

للصفِّ الثاني العلميّ

الفصل الدراسيّ الأوّل

طبعة ابتّدائية 1437هـ


بسم الله الرحمن الرحيم

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمدُ للهِ معزِّ الإسلام بنصره، ومُذلِّ الشركِ بقهره، ومصرِّف الأمور بأمره، ومستدرجِ الكافرين بمكره، الذي قدّر الأيام دولاً بعدله، وجعل العاقبةَ للمتقينَ بفضلِه، والصلاةُ والسلام على من أعلى اللهُ منارَ الإسلام بسيفِه.

أما بعد:

فإنه بفضل الله تعالى، وحسن توفيقه تدخل الدولة الإسلامية اليوم عهداً جديداً، وذلك من خلال وضعها اللبنة الأولى في صرح التعليم الإسلامي القائم على منهج الكتاب، وعلى هدي النبوّة وبفهم السلف الصالح والرعيل الأول لها، وبرؤيةٍ صافية لا شرقيّة ولا غربيّة، ولكن قرآنية نبوية بعيداً عن الأهواء والأباطيل وأضاليل دُعاة الاشتراكية الشرقيّة، أو الرأسمالية الغربيّة، أو سماسرة الأحزاب والمناهج المنحرفة في شتّى أصقاع الأرض، وبعدما تركت هذه الوافدات الكفرية وتلك الانحرافات البدعية أثرها الواضح في أبناء الأمة الإسلامية، نهضت دولة الخلافة -بتوفيق الله تعالى- بأعباء ردّهم إلى جادّة التوحيد الزاكية ورحبة الإسلام الواسعة تحت راية الخلافة الراشدة ودوحتها الوارفة بعدما اجتالتهم الشياطين عنها إلى وهدات الجاهلية وشعابها المهلكة.

وهي اليوم إذ تُقدم على هذه الخطوة من خلال منهجها الجديد والذي لم تدخر وسعاً في اتّباع خطى السلف الصالح في إعداده، حرصاً منها على أن يأتي موافقاً للكتاب والسنة مستمداً مادته منهما لا يحيد عنهما ولا يعدل بهما، في زمن كثُرَ فيه تحريف المنحرفين، وتزييف المبطلين، وجفاء المعطلين، وغلوا الغالين.

ولقد كانت كتابة هذه المناهج خطوة على الطريق ولبنة من لبنات بناء صرح الخلافة وهذا الذي كُتِب هو جهد المُقِل فإن أصبنا فمن الله وإن اخطأنا فمنا ومن الشيطان والله ورسوله منه بريء ونحن نقبل نصيحة وتسديد كل محِب وكما قال الشاعِر:

وإن تجد عيباً فسُدَّ الخللا قد جلَّ من لا عيب فيه وعلا

(وآخر دعوانا أن الحمد لله ربِّ العالمين)

المحتويات

المقدمة

قَالَ تَعَالَىٰ: ﴿ شَهِدَ ٱللَّهُ أَنَّهُۥ لَآ إِلَٰهَ إِلَّا هُوَ وَٱلْمَلَٰٓئِكَةُ وَأُو۟لُوا۟ ٱلْعِلْمِ قَآئِمًۢا بِٱلْقِسْطِ ۚ لَآ إِلَٰهَ إِلَّا هُوَ ٱلْعَزِيزُ ٱلْحَكِيمُ ﴾ آل عمران: ١٨

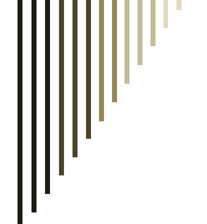
والصلاة والسلام على نبينا محمد ﷺ القائل: (من سلك طريقاً يلتمّس فيه علماً سهل الله له طريقاً إلى الجنة).

أنّ التعليم يمثل عاملاً مهمّاً من عوامل التقدم الاقتصادي والاجتمّاعي والثقافي ولقد كان لحركة التطور العلمي والاقتصادي في العالم وتُعددُ مطالب الحيّاة المعاصرة دوراً فاعلاً في تغيير نظم التعليم في مختلفٍ بلدان العالم, وبالتالي تولده الحاجة الملحة لإعادةً النظر في المناهج الدراسية وتحديث مفرداتها ومضامينها بما يتناسب مع توجهات دولة الخلافة الاسلامية.

يتناول هذا الكتاب الّذي بين ايديكم بعض المفاهيم في مجالات علم الخليّة والانسجة والتكاثر والتكوين الجنيني والوراثة والمناعة والغدد الصم, مرّاعين في اعداد هذا الكتاب الفئة العمرّية للطلبة وبالشّكلِّ الّذي يعمق ويرسخ المفاهيم الّتي حصل عليها الطالب في المرّاحل الدراسية السابقة, ولقد حرصنا على التفاعل مع المادّة العلمية مستنداً في ذلك إلى الاشكال التوضيحيّةٍ والرسوم والصور والمخططات الملونة والمعبرة متوخين في ذلك اثراء فصول الكتاب وتقريب المفاهيم.

ونهيب بإخواننا جميعاً من الهيئات التعليمية وابنائنا الطلبة وذويهم وجميع من يريد المساهمة في رفدنا بملاحظاتهم القيمة والّتي ستكون انشاء الله موضوع دراستنا لجعل هذا الكتاب بأفضل صورة ممكنة خدمة للطلبة الاعزاء وديننا الحنيف, ختاما نود أنّ نتقدم بالشكر لكلِّ من سأهمّ في انجاز هذا الكتاب

والله ولي التوفيق



الوحدة الأولى

الخلية

المحتوى

- المقدمة
- نظرية الخلية
- حجوم الخلايا وأشكالها
- الخلية بدائية للنواة
- الخلية حقيقية النواة
- العضيات الحية في الخلية
- المحتويات غير الحية في الخلية
- الأنشطة الخلوية
- الإنقسام الخلوي
- أسئلة الوحدة

عدد الدروس



الأهداف السلوكية

بعد انتهاء الطالب من دراسة هذه الوحدة يتوقع منه أن يكون قادرا على أن:

1. يُعرف الخلايا و يقارن بين أنواعها
2. يبيّن الأسس التي أسندت إليها نظرية الخليّة
3. يُعدّدُ ميزات الخلايا
4. يُبين التركيب الكيميائي للغشاء البلازمي
5. يُعدّدُ عضيات الخليّة و يعرف كلُ منها
6. يقارن بين الخليّة النباتيّة و الخليّة الحيّوانيّة
7. يُعدّدُ أنواع البلاستيدات
8. يوضّح وظائف المحتويات الحيّة في الخليّة
9. يصف المحتويات الحيّة وغير الحيّة في الخليّة
10. يُعدّدُ أنواع المحاليل تبعا لتركيزها التناضحيّ
11. يوضّح مفهوم عبور الموادّ عبر الأغشية الخلوية
12. يوضّح أنواع الأغشية تبعا لنفوذيتها
13. يفسّر تركيب الحامض النووي المنقوص الأوكسجين الـ DNA
14. يشرح القواعد النيتروجينية الدّاخلة في تركيب الـ DNA والـ RNA
15. يبين أنواع الانقسام الخلويّ
16. يفسّر سبب حدوث الانقسام الخلويّ
17. يُعدّدُ أطوار الانقسام الخلويّ

1

➢ الأهداف

أن يـكون الطالب قادرا على أن:

- يعرّف الخليّة.
- يقارن بين الخليّة بدائيّة النواة وحقيقيّة النواة.
- يرسم مع التأشير خليّة بدائيّة النواة (البكتريا).

قال تعالى ﴿ هَذَا خَلْقُ اللَّهِ فَأَرُونِي مَاذَا خَلَقَ الَّذِينَ مِن دُونِهِ بَلِ الظَّالِمُونَ فِي ضَلَالٍ مُّبِينٍ ﴾

(سورة لقمان: 11)

المقدّمة

سُمّي العلم الّذي يهتمّ بدراسة الخليّة وتفاصيلها بعلم الخليّة Cytology, وأُطلق مصطلح Cell للخليّة في عام 1665م على الغرف الفارغة الّتي شُوهدت تحت المجهر في مقطع الفلين, وفي عام 1835عُدّت محتويات الخليّة موادّ أساسية للحياة.

بقيت المفاهيم على هذه الحال حتّى عام 1838م حيّن اكتُشِف أنّ المخلوقات الحيّةِ جميعها أمّا مؤلّفة من خليّة واحدة أو من مجاميع من الخلايا, وان الأنسجة الحيّوانيّة جميعها مؤلّفة من خلايا، وان النباتاتِ جميعها ما هي إلّا تجمعات من الخلايا. وقد أُطلق في عام 1840 على محتويات الخليّة اسم البروتوبلازم Protoplasm لأوّل مرّة.

نظرية الخليّة

تنص هذه النظرية على أنّ:

(جميع المخلوقات الحيّة تتكوّن من خلايا وهي وحدة البناء والوظيفة في المخلوقات الحيّة, ولهذه الخلايا القابلية على التكاثر الذاتي)



شكل (1) المجهر الذي دُرس فيه الخلايا الفلينية (للاطّلاع)

حجوم الخلايا وأشكالها

على الرغم من أنّ عددًا قليلاً من الخلايا يمكن مشاهدته بالعين المجردة, كبعض الأحيّاء (أحاديّة الخليّة) وبيوض الطيور, إلّا أنّ معظمها لا يمكن مشاهدتها إلّا بمساعدة المجهر. ففي الانسان بوصفِهِ متُعددُ الخلايا لا يزيد قطر الخليّة على 10 مايكروميتر, أنّ البكتريا من الصغر بحيّث يصل قطرها إلى 0.4 مايكروميتر, وهناك من الخلايا ما يكون بقطر 100 مايكروميتر أو أقلّ من ذلك. وتختلفٍ الخلايا في أشكالها أيضاً, فالأحيّاء (أحاديّة الخليّة) تأخذ أشكالاً مختلفةٍ. فمنها (الكرويّة، والعصويّة، والحلزونيّة، والمسطّحةٍ، ومتغيّرة الشكل). وكذلك الأحيّاء (متُعددُة الخلايا) تتكوّن أجسامها من خلايا ذات أشكال مختلفةٍ فمنها (المسطّحةٍ، والمكعبّة، والنجمية، وغير منتظمة الشكل).

أولاً: الخليّة بدائيّة النواة

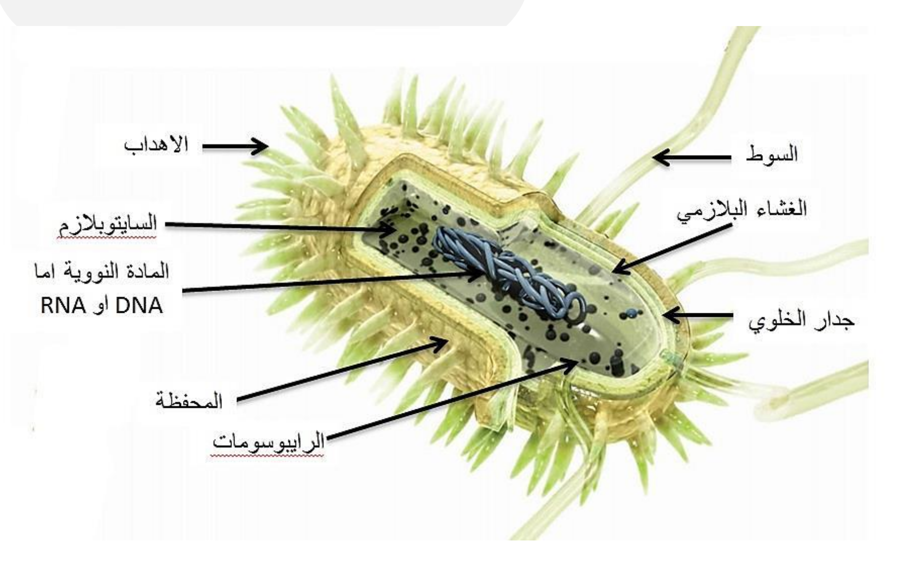
أنّ الخلايا الّتي لا تمّتلك نواةً حقيقّية كالبدائيات تُعدُّ أقلّ الخلايا تعقيداً من حيّث الشكل والتركيبُ، وتتميّز بالآتي:

1. النواةَ غير محاطة بغشاءٍ نووي وتُدعَى بالمنطقة النووية (Nucleoid)
2. يخلو من عضيات غشائيّة كأجسام كولجي والمايتوكوندريا، إلَّا انه يحوي رايبوسومات تظهر بهيئة حُبيباتٍ صغيرة كثيرة العددُ تقوم ببناء البروتينات.

➢ **مثال ذلك:** الطّحالب الخضر المزرقة، والبكتيريا، وجميعها تتبَع مملكة الأوّليات.

البكتريا

تتركب الخلية البكتيرية من غلاف الخلية وتشمل (جدار الخلية، والغشاء البلازمي) والسايتوبلازم وتحوي (منطقة نووية، ورايبوسومات) وقد تمتلك لواحق مثل (الأسواط أو الأهداب أو الأهلاب الجنسية)

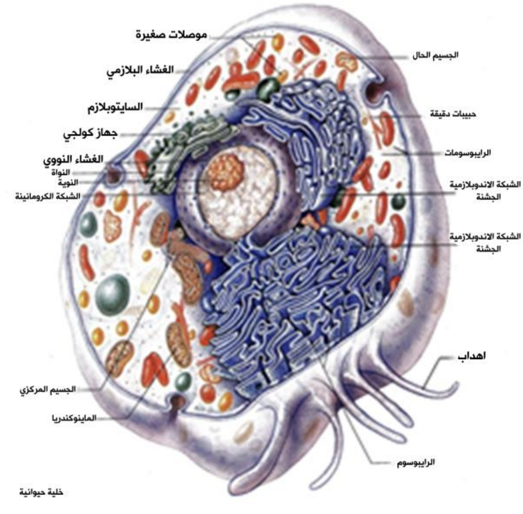


شكل (2) خلية بدائية النواة (البكتريا)

ثانيا: الخليّة الحقيقية النواة

تشترك الخلايا حقيقية النواةَ جميعها في صفّات معيّنة تُعدُّ المكوّنات الرئيسة لها، وهي:

1. النواةَ محاطة بغشاءٍ نووي.
2. سايتوبلازم يحوي أجساما صغيرة تُعرَف بالعضيّات (كأجسام كولجي والمايتوكوندريا) وهي ذات أشكالٍ ووظائفَ خاصّة.
3. يتكوّن غلاف الخليّة من الغشاءِ البلازمي وحده مثل الخلايا الحيّوانيّة، وفي الخليّة النباتيّة مثلاً يوجد فضلاً عن الغشاءِ البلازمي جدار الخليّة.



شكل (3) خلية حيوانية أنموذجية (حقيقية النواة) افتراضية تحت المجهر الإلكتروني



شكل (4) خلية نباتية أنموذجية (حقيقية النواة) افتراضية تحت المجهر الإلكتروني

2

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يصف جدار الخليّة في خلايا حقيقيّة النواة.
- يوضّح تركيب الغشاء البلازمي.
- يرسم الغشاء البلازمي في الخلية حقيقّية النواة.
- يصف الشبكة البلازمية الداخلية.
- يوضّح وظيفة كلٍّ من: الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة , والملساء.

❖ تركيبُ الخلايا حقيقية النواةَ

أولاً: جدار الخليّة والغشاء البلازمي

أ- جدار الخليّة Cell Wall

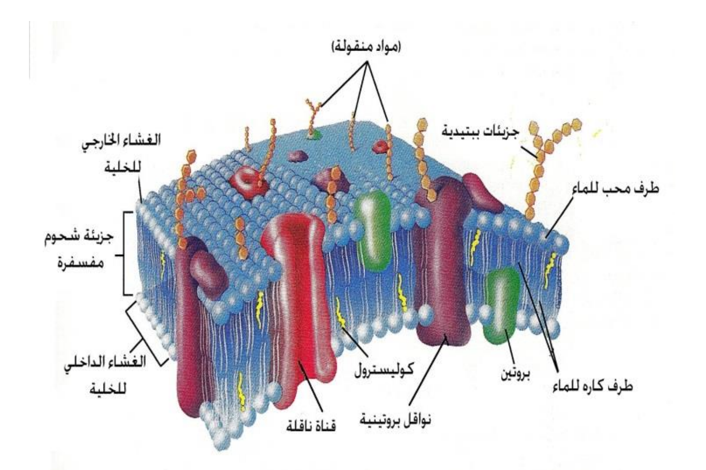
يقتصر وجود جدار الخليّة على الخلايا النباتيّة فحسب وهو يتمّثّل بجدار خارجيٍّ سميك يحيّط بمكوّنات الخليّة، ويغطّي الغشاءِ البلازمي الّذي يقع إلـى الـدّاخل منـه. ووظيفـة جـدار الخليّـة هـو حمايـة الغشـاءِ البلازمـي والسايتوبلازم وإسنادهِ. ويتركّب جدار الخليّة كيميائيّاً من مادّة السّليلوز فـي الخلايـا الفتيّـة، ويتـثخّن بإضـافة اللكنـين فـي الخلايـا المتقدّمـة فـي العمرّ.

ويتركّب جدار الخليّة النباتيّة من ثلاث طبقات هي:

- الصفيُّحة الوسطى Middle Lamella
- الجدار الابتدائيّ Primary Wall
- الجدار الثانيويّ Secondary Wall

بـ الغشاء البلازمي (الخلوي) Plasma Membrane

يحيّط الغشاءِ البلازمي بالخليّة ويكزن حدودها الخارجيٍّة ويعمل واقياً وسانداً وحاجزاً بين السوائل خارج الخليّة وداخلها ويعمل على تنظيم تبادل الماء والموادَّ الذائبة ويوصفُّ الغشاءِ بانه نفاذ شبه (نصفٌ ناضح). لقد أوضح المجهر الإلكتروني أنّ غشاءٍ الخليّة يتألّف بصورة أنموٌذجية من طبقتين رقيقتين جداً مؤلفتين من جزيئات الدهون المفسفرة ذات الطرفين أحدُهُما طرف أليف (محب) للماء والآخرَ نافر للماء, وهناك العديد من الجزيئات البروتينية الّتي تتخلل الطبقتين وهي تسمح أو تتحكم بمرَّور الموادَّ عبر الغشاءٍ من الخليّة وإليها، لاحظ الشكل (5).



شكل (5) تركيب الغشاء البلازمي في الخلية حقيقية النواة

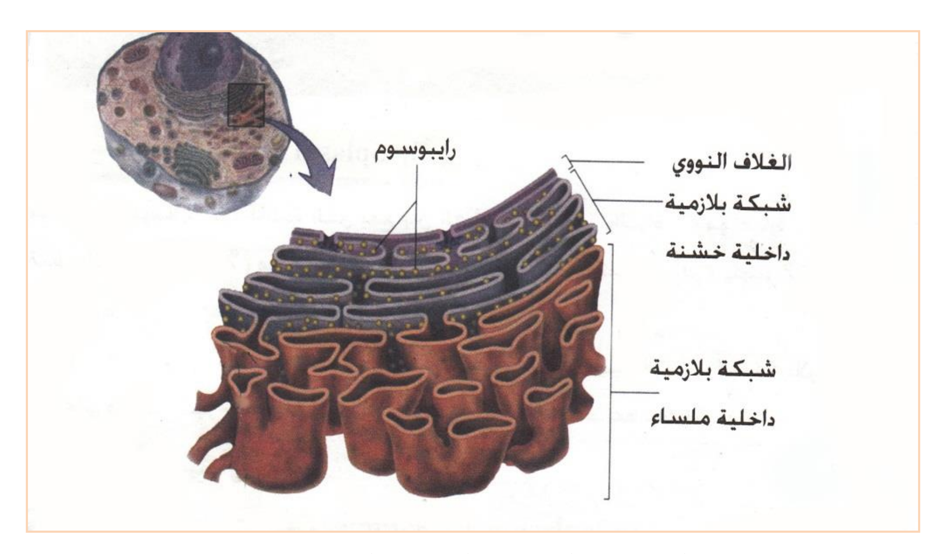
ثانياً: السايتوبلازم Cytoplasm

يقع السايتوبلازم بين الغشاءٍ البلازمي والنواةً, وهو مادّة معقدة، إذ يشكلّ الماء (80%) من مكوّناته تقريباً، والبروتينات(15%) وشحوم وسكّريّات وأملاح متنوعة بنسبة (5%). ويكون السايتوبلازم بشكل نظام غروي يمتاز بلزوجته, ويحتوي على العديد من العضيات الحيّةٍ وغير الحيّةٍ.

❖ العضيّات الحيّةٍ

1- الشبكةٍ البلازميّة الدّاخليّة (Endoplasmic Reticulum)

هي عبارةُ عن شبكةٍ شبيهُة بالأنابيب والحويصلات المحاطة بأغشية تتصل بالغلاف النووي من جهة وبالغشاءِ البلازمي من جهة أخرى، وقد اكتسبت اسمها نتيجةً لتفرّعاتها وتشابكها مع بعضها وتمثّل موقعاً لصنع الدّهون والكاربوهيدرات والبروتينات. وهناك نوعان من الشبكةٍ البلازمية الدّاخليّة هما: الخشنة (الحبيبية) والملساء (غير الحبيبية).



شكل (6) الشبكة البلازمية الداخلية الخشنة والملساء وموقعها ضمن الخلية (للاطلاع)

أ- الشبكةٍ البلازمية الدّاخليّة الخشنة

تمتاز باحتواء سطوحها على جسيمُات كثيفة صغيرة جداً تُعرَف بالرايبوسومات (مؤلّفة من البروتينات والحامض النووي الرايبي الرايبوسومي RNA)، ممّا يعطيها مظهراً خشناً أو حبيبياً،

ومن وظائف هذه الشبكةٍ:

- تمّثّل مواقع لبناء البروتينات في الخليّة.
- تعمل على نقل الموادّ داخل الخليّة وبشكلٍ خاصّ إلى أجسام كولجي.
- تعمل بوصفُها شبكةٍ هيكلِّية للحفاظ على شكلِ الخليّة.

ب-الشبكةٍ البلازمية الدّاخليّة الملساء

تختلفٍ الشبكةٍ البلازمية الدّاخليّة الملساء عن الخشنة بخلوّها من الرايبوسومات لذا تكون أغشيتها ملساء, ومن وظائف هذه الشبكةٍ:

- نقل الموادّ داخل الخليّة.
- تعمل بوصفُها شبكةٍ هيكلِّية للمادّة البينّية السايتوبلازمية للحفاظ على الخليّة.
- لها دورُ مهمّ في إزالة التأثير السمي لبعض السّموم والأدوية المخدّرة.
- تمّثّل مواضع لبناء وتجمّع الشحوم لغرض خزنها.
- إفراز الهرمونات الستيرويدية لذلك تكثر في الغدد الجنسيّة والغدّتين الكظريتين.

3

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يوضّح ردهات جهاز الإفراز (كولجي).
- يقارن بين وظيفة جهاز الإفراز (كولجي) في الخلايا النباتية والحيوانية.
- يرسم تركيب المايتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء.
- يعرّف كلاً من: البلاستيدات، الجسيمات الحالة, المايتوكوندريا.
- يُعدّد وظائف الجسيمات الحالة.

2ـ الجهاز الإفرازي (كولجي) Secretion Apparatus

هو جهازٌ إفرازي خلوي وُصفٌ لأوّل مرَّةٍ في الخلايا العصبيّة. يختلفٍ هذا الجهاز في الحجم والشّكلّ من خليّة لأخرى، ويتميّز عن الشبكةٍ البلازمية الدّاخليّة الخشنة بخلوّه من الرايبوسومات. ويتألّف الجهاز الإفرازي (كولجي) في الخلايا من:

أ- الردهة الأوّلى (الصهاريج): أكياسُ مسطّحةٍ غشائيّة متراصَّة الواحدة فوق أخرى.

ب-الرّدهة الثانية (الحويصلات): الّتي تتّصل بالأكياس الغشائيّة من الجانبين ويطرح فيها الموادّ المفرزة.

ج-الرّدهة الثالثة (الفجوات): تنفصل الحويصلات عن الأكياس الغشائيّة بعد امتلائها، وتلتحم بالغشاءِ البلازمي لتلقي بمحتوياتها خارج الخليّة.



شكل (7)
الجهاز الإفرازي (كولجي)

يُطلق على الجهاز الإفرازي في الخلايا النباتيّة اسم (الدكتيوسوم) Dictyosome الّذي يُسهم في الخلايا النباتيّة في بناء السّليلوز وبعض مكوّنات الجدار الخلويّ. أمّا في الخلايا الحيّوانيّة فينجز عدداً من الوظائف منها:

1. بناء السكّريات المعقدة وإفرازها.
2. إفراز البروتين الّذي يحصل عليه من الشبكةِ البلازمية الدّاخليّة أي انه لا يصنع البروتين.
3. إفراز السكّريات المعقدة والعديد من الموادّ مثل الهرمونات والانزيمات وغيرها.

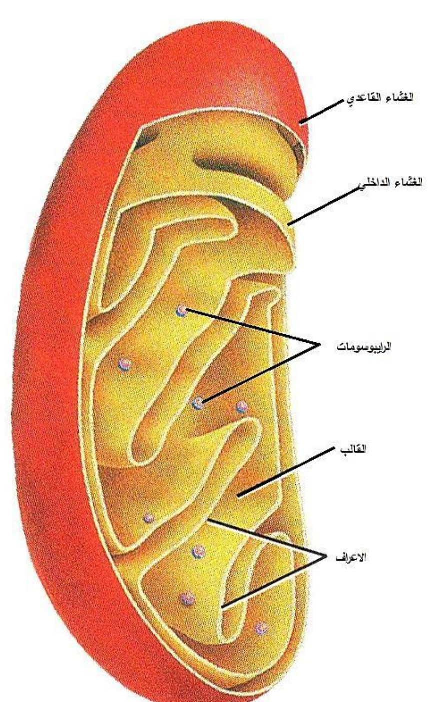
تذكر...

أن جهاز الافراز هو محل تجمع البروتينات والأنزيمات وليس صنعها

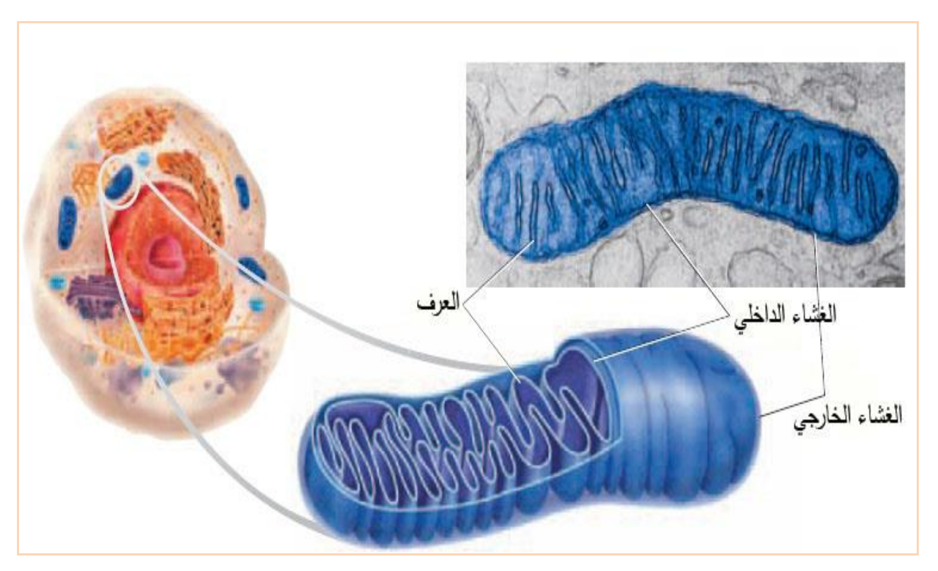
3ـ المايتوكوندريا Mitochondria

هي عضيّات ذات تراكيبَ كرويّة أو خيطيّة عرضها (0.5-1) مايكروميتر وقد يصل طولها (10) مايكروميتر، محاطة بغشاءٍ مزدوج ثنائيّ الطبقات، تظهر في الطبقةِ الدّاخليّة انطواءات تتّخذ أشكالاً واتجاهاتٍ مختلفةٍ على هيئة رفوف، قممها تكون عادةً باتّجاه تجويف المايتوكوندريا، وتُعرَف هذه التراكيب بالأعراف (Cristae)، وهي تزيد المساحة السطحيّةِ للطبقةِ الدّاخليّة. وتحتوي المايتوكوندريا على الحامض النووي DNA، كما انها قادرة على انتاج بروتين خاصّ بها لاحتوائها على الرايبوسومات. ويختلفٍ توزيعها ضمن الخلايا حقيقية النواةَ، وهي تتباين في حجمها بحسب نشاط الخلايا الّتي توجد فيها.

تُدعَى المايتوكوندريا بـ (بيوت الطّاقة) لأنها تقوم بإنتاج معظم جزيئات ادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) ذات الطّاقة العالية. وظيفتها الرئيسة هي التنفس الخلويّ لاحتوائها على الانزيمات التنفسية.



شكل (8) شكل تخطيطي للمايتوكوندريا



شكل (9) تركيب المايتوكوندريا

4ـ البلاستيدات (Plastids)

توجد في سايتوبلازم معظم الخلايا النباتيّة, وتظهر بأشكال وأحجام وألوان مختلفةٍ، فمنها البيضويّ والكأسيّ والحلزوني والنّجميّ, وتكون البلاستيدات على ثلاثة أنواع:

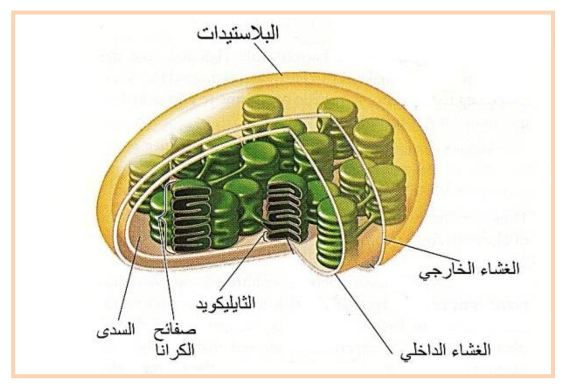
أ- البلاستيدات عديمة اللون: تشكلّ مرّاكز ليتحوّل سكّر الكلّوكوز إلى سكّريّات متُعددُة مثل النشاء مثال ذلك بياض البطاطا .

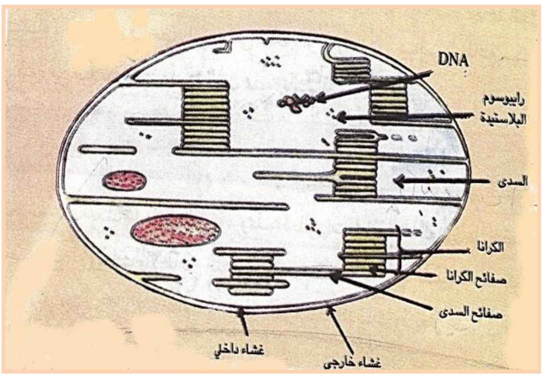
ب- البلاستيدات الملونة: تحوي صبغاتٍ مختلفةٍ وتعطي ألوان الأزهار والثمّار.

ج- البلاستيدات الخضر: وتعتبر البلاستيدات الشائعة في النباتات الخضراء.

تُحاط البلاستيدات الخضر بغشاءٍ ثنائيّ الطبقةٍ، ويوجد في الدّاخل تركيبُان مهمّان هما البذيرة Granum (جمعها Grana) وتكون مغمورةً بأرضية

تُدعَى (السدى[1]) أو الحشوى (Stroma) كما في الشكل (10). ويمكن إيجاز وظائف البلاستيدات الخضر في كونها تُسهم في عمليّةُ البناء الضوئي، إذ تحتاج هذه العمليّةُ إلى صبغات (كلّوروفيل) الموجودة على أغشية الكرانا الّتي تتمكّن من اقتناص الطّاقة الشمسية ويحوي السدى انزيمات تختزل ثنائي أوكسيد الكربون (CO_2) الّتي تُسهم مع الكلّوروفيل والضوء والماء في تكوين الكاربوهيدرات في عمليّةُ البناء الضوئي.





شكل(10) مخطّط يوضّح تركيب البلاستيدة الخضراء

[1] السدى: هو المادة السائلة الشفافة التي تملأ الفسحة الداخلية للبلاستيدة وتحتوي على الكرانا التي تحوي الكلوروفيل.

5ـ الجسيمات الحالة (اللايسوسومات) Lysosomes

هـي عضـيّات محاطـة بغشـاءٍ أحـادي الطبقـةٍ ومملـوءة بأنزيمـات محللـة (أكثـر مـن 40 انـزيم) لهـا القـدرة علـى هضـم الجزيئـات الكبيـرة كجزيئـات البروتينات والأحماض النووية إلى وحدات أصغر. وقد لُوحظت هذه التراكيب لأوّل مـرَّةٍ فـي خلايـا كبـد الثـدييات فـي عـام 1950م. وتوجـد فـي الخلايـا جميعها الّتي تتميّز بقابلية البلعمة مثل خلايا الدّم البيض العدلة. ولم يُعثر عليها في معظم الخلايا النباتيّة. ويُعتقد بانـها أكيـاسٌ علـى شكلٍ حوصلات انفصلت من جهاز كولجي. تقوم الجسيمُات الحالـة بالعديد من الوظائف الخلويّة منها:

- تعمل بوصفُها وحدات تنظيف في السايتوبلازم, تخلّصه من بعض دقائق الغذاء وقطع المايتوكوندريا والأحيّاء المجهرية وغيرها من الشوائب.
- تعمل على تحطيم الخلايا المكوّنة لها , عند موت المخلوق الحيّ بإذن الله تعالى.
- لهـا دورٌ مهـمّ فـي عمليّـةُ التحـوّل الشّـكلّي الّـذي تحـدث فـي بعـض الحيّوانـات مثل اختفـاء ذنـب يرقـات الضفادع عنـد تحوّلها إلـى ضفادع بالغةٍ من خلالَ تحرّر الانزيمات من الجُسيمات الحالّة إلـى السايتوبلازم, وينتج عن ذلك هضم العضيات الكبيرة فـي السايتوبلازم، وموت الخلايا ثمّ انفصال الذّنب عن الجذع.

4

الأهداف

أن يـكـون الطـالـب قـادرا عـلـى أن:

- يقارن بين الجسيم المركزي و الجسيم الحركي.
- يذكر أنواع الفجوات.
- يذكر أهمية النواة في خلايا المخلوقات الحية.
- يُعدّد مكونات النواة.

6ـ هيكل الخلية Cytoskeleton

أ- الخيوطِ الدقيقة

تتمّثّل بخيوطٍ الاكتين والمايوسين المسؤولُ عن التقلّص والانبساط في الخليّة.

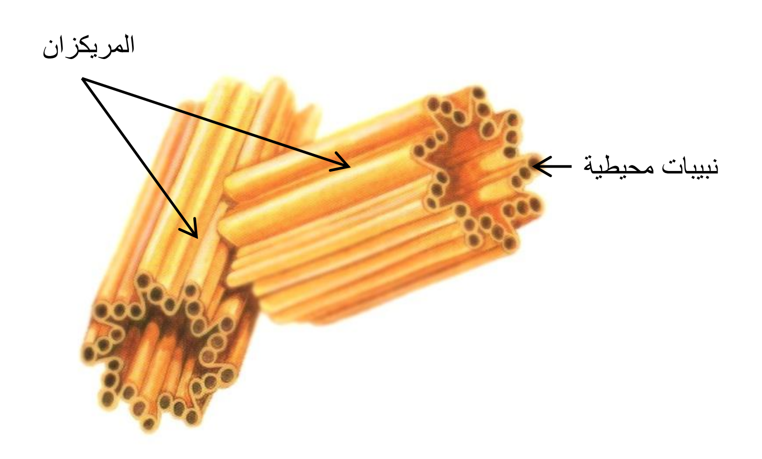
ب-النبيبات الدقيقة

تراكيبٌ انبوبيّة مكوّنة من بروتين التّيوبيولين، له دورٌ في حركة الكروموسومات أثناء انقسام الخليّة وتشكلِّ الجسيمُات المرَّكزيّة.

ج-الجسيمُ المرَّكزي

توجد الجسيمُات المرَّكزيّة في عددُ من الأحيّاء الواطئة مثل الطّحالب والفطريات. كما توجد في الخلايا الحيوانيّة عادةً وتُلاحَظ في السايتوبلازم بالقرب من النواةَ, ولا توجد في الخلايا النباتيّة.

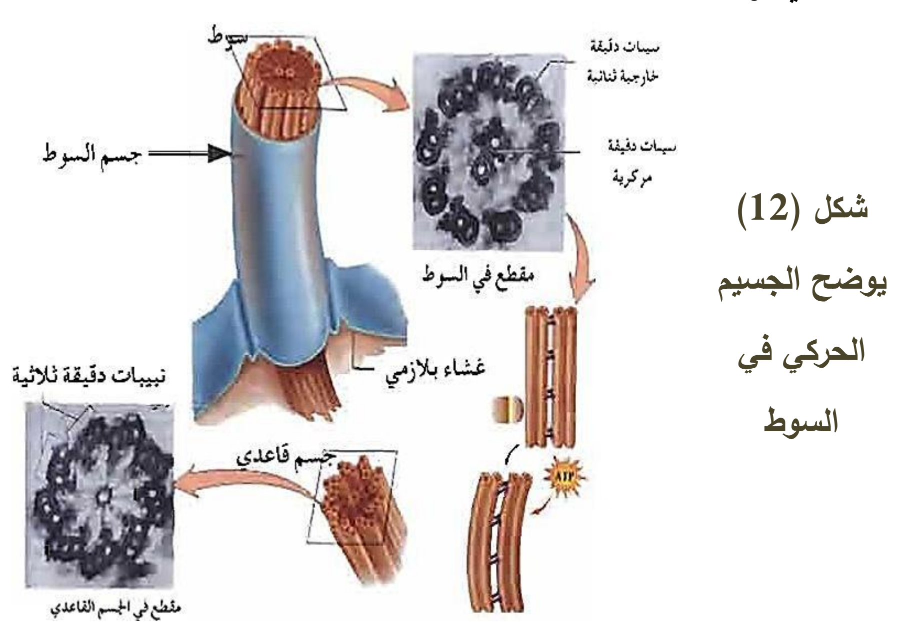
يحتوي الجسيمُ المرَّكزي على مُرَيكزين عادةً يتألّف كلٌّ منهما من تسع مجاميع من النبيبات الدقيقة (المحيّطية)، وكلِّ مجموعةُ تتألف من ثلاث نبيبات كما في الشكل(11)، ويتضاعف الجسيمُ المرَّكزي عند انقسام الخليّة، ويبتُعدُّ الجسيمُان المرَّكزيان إلى القطبين المتقابلين للخليّة، ويرتبطان معاً بالخيوطِ المغزلية.



شكل (11) يوضّح تركيب الجسيم المركزي

7ـ الجسيمُ الحركـي Kineto Some

تركيبٌ شبيهٌ بـالمريكز يوجد عند قاعدّة كلِّ هدب أو سوطٍ، يوجد في الخليّـة المحتويـة سطوحها علـى أهداب أو أسواط جسيمٌ حركـيٌّ وأحدُ، يـؤدي دوراً مهمّاً فـي حركـة الأهداب أو الأسواط ويُسمَّى أيضاً بـالجسيم القاعدي Basal Body.



شكل (12) يوضح الجسيم الحركي في السوط

8. الفجوات Vacuoles

هي عبارةٌ عن تجاويفَ محاطةٍ بأغشية توجد ضمن سايتوبلازم الخليّة. وتكون في بعض الطليعيّات متخصّصة. والفجوات في الخلايا النباتيّة أكثر وضوحاً ممّا هي عليه في الخلايا الحيّوانيّة كما انها تكون صغيرة في الخلايا النباتيّة الفتيّة، أمّا الناضجة منها فهناك فجوة واسعة أو عددُ قليل منها. وهناك ثلاثة أنواع من الفجوات بصورة عامَّة، وهي:

أ- **فجوات عصاريّة:** تحتوي على عصير لموادَّ مختلفةٍ، و توجد بصورة ذائبة أو بشكل محلول غروي يُعرف بالعصير الخلويّ.

ب- **فجوات متقلّصة:** تعمل على حفظ التوازن المائي في الخليّة، إذ تعمل على لفظ الماء الفائض عن حاجة الخليّة وبعض الموادَّ الإبرازية الذائبة به إلى الخارج، وهي توجد في الطليعيّات مثل الأميبا الحرة والبراميسيوم.

ج- **فجوات غذائيّة:** تتكوّن بصورة مؤقتة من إحاطة الموادَّ الغذائية بغشاءٍ، ويتمّ هضم الغذاء بداخل هذه الفجوات بوساطة انزيمات تجهزها الجسيمُات الحالة.

ثالثا: النواة Nucleus

تُعدُّ النواةَ أهمّ مكوّنات الخليّة في المخلوقات الحيّةٍ وأكبر عضية متميّزة داخلها، ويُعدُّ وجودها أساسيّاً للحياة, إذ أنّ بقاء الخليّة يعتمد على المبادلات الأيضية المختلفة الّتي تتمّ بين النواة والسايتوبلازم, والخليّة الّتي تفقد نواتها تعيش لمدة قصيرة ثمّ تتحلّل كما في خلايا الدّم الحمرَّ الناضجة.

شكلِّ النواةَ له علاقة بشكل الخليّة فقد يكون كرويّاً أو بيضوياًّ أو مفصّصاً أو غير منتظم الشكل مثل خلايا الدّم البيض. كما أنّ حجم النواة

له علاقة بحجم السايتوبلازم, ومعظمُ الخلايا تكون وحيّدة النواةَ وتوجد خلايا ثنائية النواةَ كما في خلايا الغضروف والانسجة العصبيّة والكبد. تقع النواةَ في مركز الخليّة كما في الخلايا الجنينية والمولدة, في حيّن تتّخذ موقعاً (جانبياً أو محيّطياً) في بعض الخلايا الإفرازية كالخلايا الدهنية أو المخاطية. وللنواة أهمّية كبيرة في نقل الصفّات الوراثّية، وفي النشاط الأيضي للخليّة.

تتألف النواة من الأجزاء الآتية:

أ- الغلاف النووي Nuclear Envelope

هو غشاءٍ رقيق ثنائيّ الطبقةٍ يحيّط بمحتويات النواةَ ، ويحتوي على ثقوب تتمّ من خلالَها عمليّةُ تبادلِ الموادَّ بين النواةَ و السايتوبلازم، و تتّصل الطبقةِ الخارجيِّة من الغلاف النووي بالشبكةِ البلازمية الّتي تتّصل بدورُها بالغشاءِ البلازمي، ويمتاز الغلاف النووي بخاصّية النفاذية الاختبارية.

ب- البلازم النووي Nucleoplasm

هو سائل هلامي عديم اللون يملأ النواةَ وتنغمر فيه المحتويات النووية أخرى كالنويّة والشبكةٍ الكروماتينية.

ج- النوية Nucleous

تبدو بشكل كروي داخلَ النواة كبيرة الحجم نسبياً. وتتكوّن من البروتين والحامض النووي الرايبي (RNA) وللنوية دورٌ مهم في تكوين الرايبوسومات الّتي يتمّ فيها تكوين البروتينات, تحتوي النواةَ على نوية واحدة أو أكثر كما في نواة خليّة البصل الّتي تحوي أربعة نويات.

5

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يصف الشبكة الكروماتينية.
- يعرّف كلا من : الانتشار , والنفوذية.
- يُعدد المكونات غير الحية في الخلية.
- يصنف الأغشية حسب نفوذيتها.

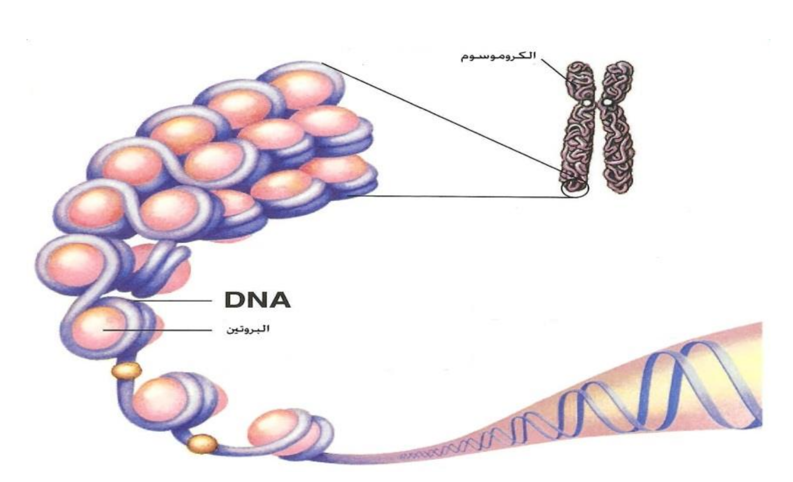
د- الشبكة الكروماتينية Chromatine Network

تحتوي النواة في داخلها على شبكةٍ متداخلة بشكل خيوطٍ ملفوفة ومتجمّعة بشكل كثيف تظهر بوضوح تحت المجهر قبل بدء الانقسام, وعندما تدخل الخليّة في مرحلة الانقسام، فان هذه الخيوط تصبح مرصوصةً بشكلٍ رصين وتظهر بشكلٍ يشبه القضبان يُطلق عليها (الكروموسومات) Chromosomes، وهي تحمل الجينات (المورّوثات) التي يتمّ بوساطتها نقل الصفات الوراثيّة من جيلٍ إلى آخرَ. وللكروموسومات أهميّة كبرى بسبب الدّور الأساس الّذي تؤديهِ في الوراثة والتكاثر. ويمكن رؤية الكروموسومات فقط عند انقسام الخليّة، ويختلفٍ عددُ الكروموسومات باختلاف الأحيّاء, إذ أنّ لكلِّ نوع عدداً ثابتاً من الكروموسومات مثل:

1- دودة الإسكارس (كروموسومان) فقط.
2- الفراشة الإسبانية (380) كروموسوماً.
3- الذّبابة المنزلية (12) كروموسوماً.
4- الضّفدع (26) كروموسوماً.
5- الحمامة (80) كروموسوماً.
6- الحصان (64) كروموسوماً.
7- الانسان (46) كروموسوماً.

علماً أنّ هذه الأعداد تمثّل أعداد الكروموسومات في الخلايا الجسدية, وان أعدادها في الأمشاج يكون نصفُ العددُ، أي أنّ بويضة الانسان أو النطفة تحتوي على(23) كروموسوماً, في حيّن يكون العددُ في الخلايا الجسدية (23×2 = 46)، وهو ناتج من اندماج نواةً خليّة البيضة بنواةً النطفة وللكروموسوم في كلِّ نوع من أنواع المخلوقات الحيّةٍ شكلٌ ثابت وحجم ثابت ويختلفٍ طول الكروموسوم من (0.2–50) مايكرومتر وعلى سبيل المثال يصل طوله في الانسان من (4–6) مايكرومتر.

يتألّف كلّ كروموسوم من شريطين يُعرف كلّ منهما (بالكروماتيد Chromatid ويحتوي الكروماتيد على قسم يُدعى (الجزءٍ المرَّكزي Centromere، ويرتبط الكروماتيدان الشقيقان مع بعضهما عند جزأيها المرَّكزيين. ويتألّف الكروموسوم من عددُ هائل من الألياف ويتكوّن كلِّ ليف من البروتين والحامض النووي الرايبي منقوص الأوكسجين (DNA).



شكل (13) يوضّح تركيب الكروموسوم

❖ المحتويات غير الحيّة للخليّة

هي عبارةُ عن مخلَّفاتٍ سايتوبلازمية، وموادَّ غير حيّةٍ توجد بصورة مؤقتة في سايتوبلازم الخليّة وتنشأ نتيجةً لنشاط مكوّناتها الحيّةِ. بعضها مفيد للخليّة تستهلكه في نشاطاتها المتنوعة, والبعض الآخرَ نواتج عرضية للعمليات الايضية, وتوجد بعدّة أشكالٍ منها:

1. الانزيمات والهرمونات، وبعض أنواع الفيتامينات.
2. الحُبيباتِ الصبغية مثل الميلانين في خلايا الجلد.
3. البروتينات الّتي تخزن في الخلايا الغدية.
4. المح المدخر في البيوض والأجنّة.
5. التجمعات الكاربوهيدراتية الّتي تمثّل الكلّايكوجين في خلايا الكبد.
6. القطيرات الدهنية في خلايا النسيجُ الدهني وخلايا الكبد أيضاً.
7. السّليلوز في جدران الخلايا النباتيّة.
8. البلورات المخزونة داخل الفجوات أو المترسبة في جدار الخليّة مثل اوكزالات الكالسيوم.

الانشطة الخلوية Cell Activities

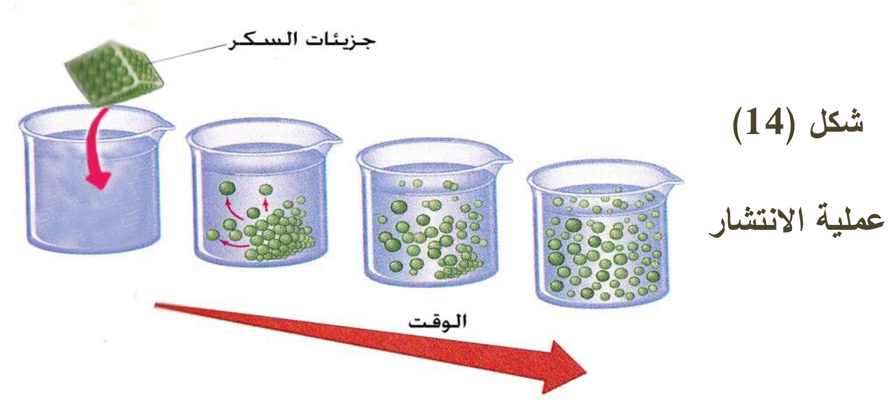
تقوم الخلايا الحيّةِ بفعاليّات مختلفةٍ، وما نشاط المخلوق الحيّ إلّا انعكاساً لنشاط خلاياه، لذا يجب معرفة الظّواهر المهمّة الآتية:

أولا: عبور المواد عبر الأغشية

1- الانتشار (Diffusion)

(حركة الأيونات والجزيئات في وسط معيّن من المناطق ذات التركيز العالي إلى المناطق ذات التركيز الواطئ), تنتقل الغازات (O_2, CO_2) والموادّ الذّائبة وتنتشر عبر الأغشية الحيّوية (غشاءٍ الخليّة) بحريةٍ تامة, ويمكن مشاهدة

ظاهرةً الانتشار بوضع مادّةٍ ذات لونٍ معيّن مثل برمنكنات البوتاسيوم أو كبريتات النحاس في اناء زجاجي يحوي ماءً وتبدأ هذه الموادّ بالذوبان والانتقال إلى أجزاء الاناء البعيدة عن موقعها الأصلي(الشكل 14). يُعدُّ الانتشار البسيط ظاهرةً فيزيائية ينعدم فيها استهلاك الطّاقة. فالأساس في الحركة المستمّرّةٍ للأيونات والجزيئات الصغيرة من الخليّة وإليها يتمّ من منطقة ذات التركيز العالي إلى منطقة ذات التركيز الواطئ.



شكل (14)

عملية الانتشار

2- النفوذية Permeability

(عمليّةُ تبادل الموادّ بين الخليّة ومحيّطها عبر الغشاءِ البلازمي)، فالغشاءِ الخلويّ كأيِّ جزءٍ حيّ في الخليّة ليس في حالةٍ ثابتةٍ, فدرجة نفوذ الموادّ من خلالَه ليست ثابتةً, فقد تمرَّ المادّة من خلالَه في وقت وقد لا يسمح لها بالمرَّور في وقت آخرَ. وهذا التغيير في سلوك الغشاءِ يعتمّد على عوامل منها داخليّة: (الرقم الهيدروجيني pH، والمحتوى السكّري، وحالة الموادّ الغروية للخليّة) وخارجيِّة: (الحرارة، والضوء، وتركيز الموادّ), كما يجب أنّ تتميّز النواتج الإخرَاجية وموادّ الفضلاَت بذوبانها في السايتوبلازم لكي تستطيع العبور إلى خارج الخليّة, ويمكن تصنيف الأغشية تبعاً لنفوذيتها للموادّ إلى: أغشيةٍ منفذة، أغشية شبه منفذة، أغشية منفذة اختيارية، وأغشية غير منفذة.

6

➢ الأهداف

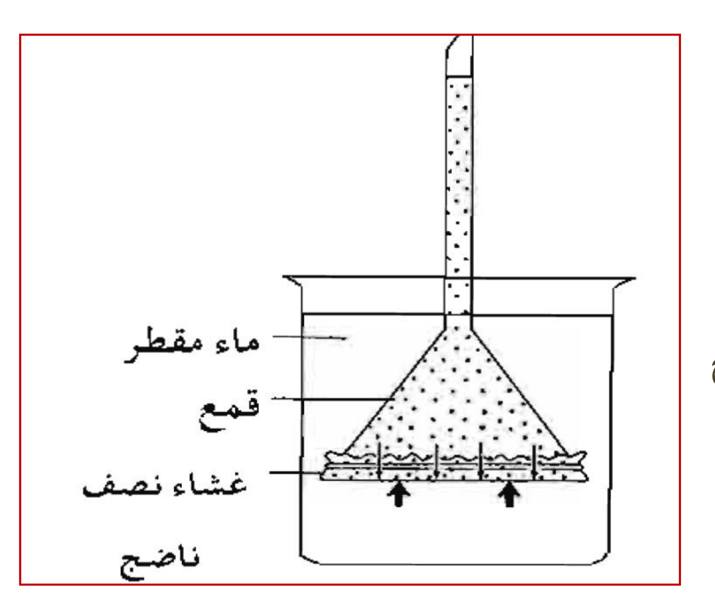
أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: التناضح، والابتلاع الخلوي.
- يُفسّر انتفاخ الخلية الحيوانية في محلول واطئ التركيز.
- يُفسّر انتفاخ الخلية الحيوانية في محلول عالي التركيز.
- يُجري تجربة توضح فيها ظاهرتي البلزمة.
- يُعدد خصائص النقل الفعال

3- التّناضح Osmosis

(حركة جزيئات الماء في غشاءٍ اختياريّ النفوذيّة مثل الغشاءِ البلازمي تبعاً لاختلاف التركيز، وتتمّ حركة جزيئات الماء وفق قانون الانتشار والتّناضح حالة من حالات الانتشار).

ولكي نوضّح التناضح يمكن إجراء تجربة بسيطة (شكلِّ 15). إذ يتمّ استخدام غشاءٍ اختياري النفاذية كمثانة الخروف أو جلد الضفدع أو السليوفان, ويربط بإحكام في نهاية قمع. ثمّ يملأ القمع بالماء المقطر، ويوضع في حوض زجاجيّ يحوي ماءً مقطّراً بحيّث يكون مستوى الماء داخل القمع وخارجهِ في مستوىً وأحدُ، وعند إضافة محلول سكّري إلى القمع نلاحظ ارتفاع مستوى الماء في انبوبة القمع الزجاجي مشيراً إلى أنّ الماء يمرَّ في غشاءٍ السليوفان إلى محلول السكّر في القمع مسبباً ضغطاً هيدروستاتيكياً (Hydrostatic Pressure) ويتوقّف دخول جزيئات الماء عندما يتساوى الضّغط الهيدروستاتيكي مع الضّغط التناضحيّ.



شكل (15)

عملية التناضح

وتُقسم المحاليل تبعاً لتركيزها التناضحيّ إلى ثلاثة أنواع هي (شكلِّ 16):

أ- المحلول متعادل التركيز

وفيه يكون تركيز المحلول متساوياً بين خارج الخليّة وداخلها والخليّة لا تكسب الماء ولا تفقدهُ.

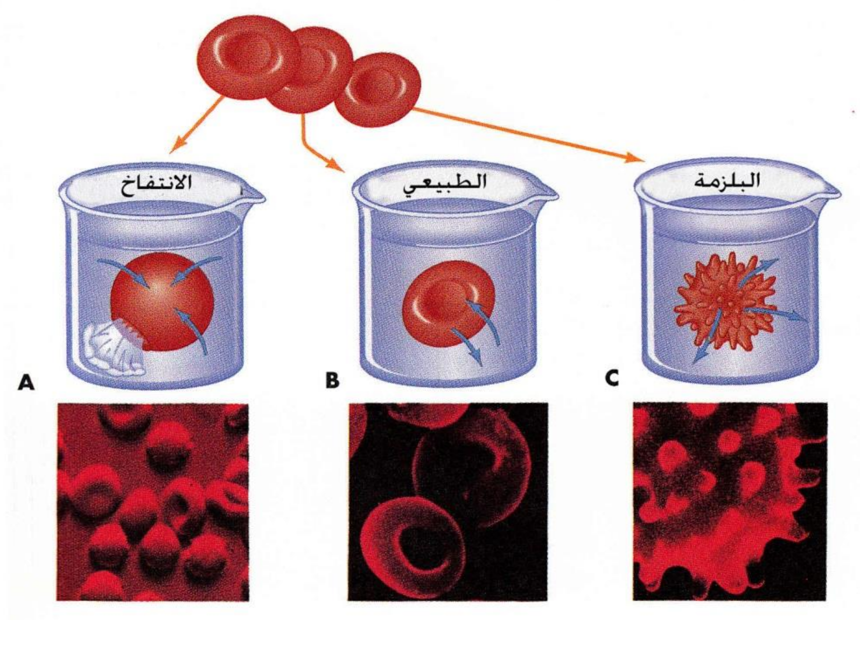
ب- المحلول واطئ التركيز

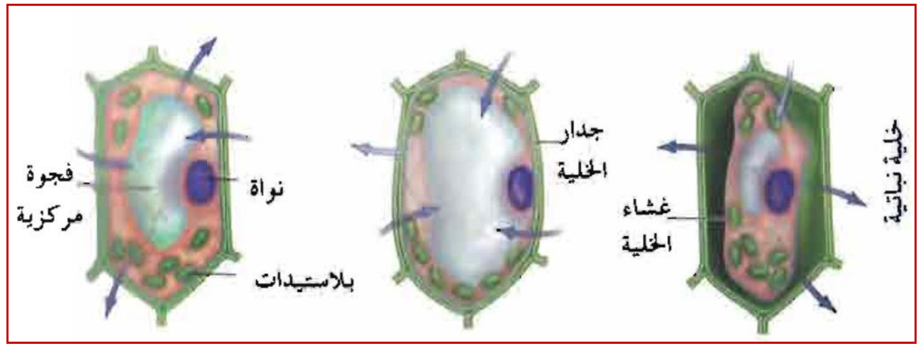
وفيه يكون تركيز المحلول خارج الخليّة أوطأ من تركيزه في داخلها, والخليّة تكتسب الماء وقد يؤدي دخولهُ إلى انتفاخ الخليّة الحيّوانيّة وتمزّقِها.

ج- المحلول عالي التركيز

وفيه يكون تركيز المحلول خارج الخليّة أعلى من تركيزه في داخلها لذلك يتحرك الماء من داخل الخليّة إلى خارجها ممّا يؤدي إلى انكماشها، ونظراً لوجود جدار الخلايا النباتيّة فان حجم الخليّة لا يتغيير كثيراً مقارنة مع الخلايا الحيّوانيّة عندما توضع في محلول عالي التركيز، وان ما يحدث

هو ابتعاد الغشاءِ الخلويّ عن جدار الخليّة بسبب خروج الماء من الخليّة تُسمَّى بالبلزمة Plasmolysis ولكن عند إضافة الماء للمحلول تعود الخليّة إلى حالتها الأوّلى، وتُسمَّى هذه العلمية العكسيّة بحالة إزالة البلزمة De Plasmolysis.





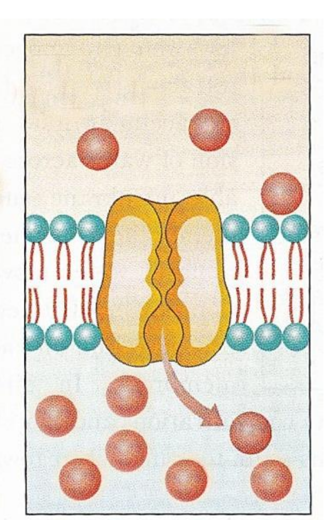
شكل (16) التناضح في الخلايا الحيوانيّة والنباتيّة

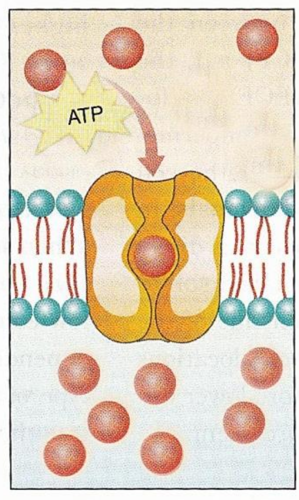
4-النّقل النشط أو الفعال Active Transport

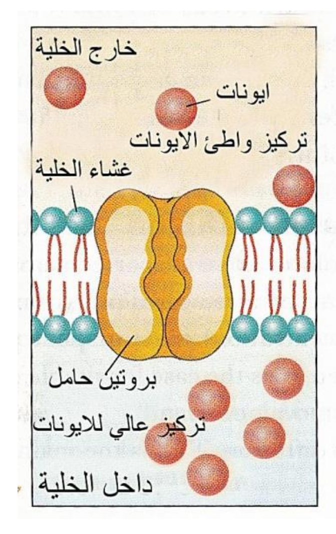
نقل بعض الموادّ الّتي تحتاجها الخليّة من منطقة ذات تركيز واطئ (خارج الخليّة) إلى منطقة ذات تركيز عالٍ (داخل الخليّة) يتمّ عن طريق موادّ حاملةٍ موجودةٍ في غشاءٍ الخليّة تستمّد طاقتها من ATP الخليّة وبالعكس، إذ تتحد المادّة الحاملة مع مادّة أخرى (جزئي أو أيون) تحتاجها الخليّة وتتحرّك باتّجاه السطح الدّاخلي للغشاءٍ, ثمّ تنفصل المادّة المنقولة داخل السايتوبلازم شكلٍّ (17).

وللنقل النشط ثلاث خصائص هي:

- النّقل عكس قانون الانتشار.
- يحتاج إلى وجود موادَّ حاملة.
- يحتاج إلى ATP.







شكل (17) يوضّح ظاهرة النقل الفعال

5- البلعمة Phagocytosis

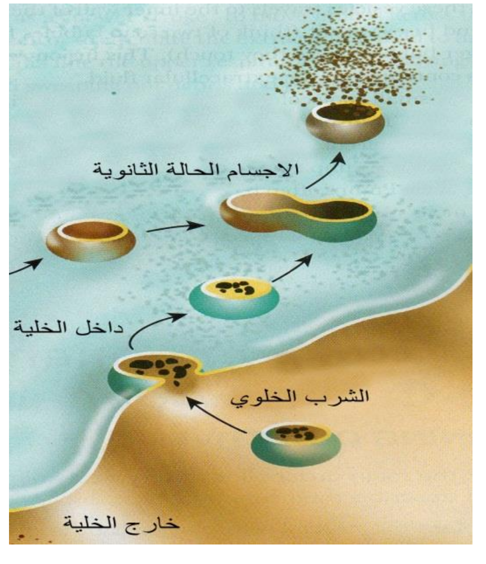
وهي طريقة تستخدمها الطليعيّات في التّغذية مثل الأميبا وطريقة تلتهم بها خلايا الدّم البيض بقايا الخلايا والجراثيم الّتي توجد في الدّم, إذ يكون غشاءُ الخليّة جيباً يحيّط بالمادّة وبعد ذلك ينفصل هذا الجيبا من سطح الخليّة على شكلِّ فجوة ويتحرك داخل السايتوبلازم، إذ تهضم محتوياتها بوساطة الانزيمات المفرزة من الجسيمُات الحالة شكلِّ (18).



شكل (18) يوضح البلعمة

6- الشرب الخلويّ Pinocytosis

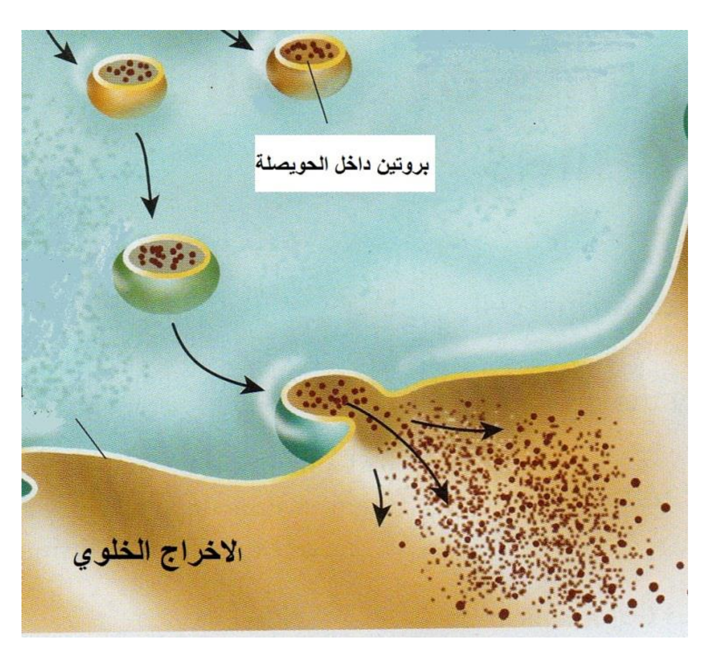
عند تناول مادّة سائلة يتكوّن انبعاج صغير في غشاءِ الخليّة إلى الدّاخل فيحيّط بالسائلُ، وبذلك تتكوّن حويصلة بداخلها سائل، وتنفصل عن غشاءِ الخليّة لتكوّنَ ضمن محتويات السايتوبلازم شكلِّ (19).



شكل (19) يوضح الشرب الخلوي

7- الآخرَاج الخلويّ Exocytosis

عمليّةُ تحرير الموادَّ من داخل الخليّة إلى خارجها إذ تحاط المادّة بفجوات ثمّ تلتحم مع الغشاءٍ الخلويّ وتفتح إلى الخارج وتلقي بمحتوياتها ,لاحظ الشكل (20).



شكل (20) يوضح الاخراج الخلوي

7

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُوضِّح ما مصير الحامض البايروفي.
- يُبين مقدار الطاقة المتحررة من أكسدة جزيء غرام واحد من سكر الكلوكوز أكسدة تامة في التنفس الهوائي.
- يَرسم مخططا يوضح دورة حامض الليمون.

ثانيا: الأيض الخلويّ Cell Metabolism

مجموعةُ من اليتحوّلات الكيمياويّة تحدث في الخليّة بمساعدّة الانزيمات وتشمل عمليتي البناء والهدم، أنّ عمليات البناء تستهلك طاقة وتبني موادَّ جديدةً, أمّا عمليات الهدم فتحرّر طاقةً من تحلّل الموادّ.

❖ التنفس Respiration

يُعدُّ سكّر العنب (الكلّوكوز) مادّة التنفس الرئيسة، إذ يعاني سلسلةً من التفاعلات داخل السايتوبلازم لوجود انزيماتها ميتحوّلاً إلى جزيئتين من الحامض البايروفي (Pyruvic Acid) خلالَ عمليّةٍ تُدعَى بالتحلّل السكّري (Glycolysis). ويمكن إيجاز عمليّةُ التحلّل السكّري بالآتي:

1. تنشيط جزيئة الكلّوكوز (6C) بالفسفرة، فيتحوّل إلى كلّوكوز أُحادي الفوسفات, وتستهلك في العمليّةُ جزيئة من ATP.
2. يتمّ تحويل الكلّوكوز أحادي الفوسفات (6C) إلى فركتوز أُحادي الفوسفات (6C) بفعل انزيم معيّن.
3. يتمّ تنشيط الفركتوز أحادي الفوسفات (6C) بعمليّةُ فسفرة ثانية، فيتحوّل إلى فركتوز ثنائي الفوسفات, وتستهلك في العمليّةُ جزيئة من

ATP.

4. تنشطر جزيئة الفركتوز ثنائي الفوسفات (6C) إلى جزيئتين من الكلِّيسرالديهايد المفسفر (3C)، ثمّ يتحوّلان إلى جزيئتين من الحامض البايروفي. والمحصلة انتاج 4ATP خلالَ عمليّةُ التحوّل ويستهلك منها 2ATP في عمليتي الفسفرة.

وإذا كان التنفس هوائيّاً فيتحوّل الحامض البايروفي إلى جزيئة من (استيل كو-A) الّذي يدخل في تفاعلات دورُة حامض الليمون(الستريك) في مايتوكوندريا الخليّة، أمّا إذا كان التنفس لاهوائيّاً فيحصل للحامض البايروفي أمّا تخمرَّ كحولي أو تخمرَّ لبني في سايتوبلازم الخليّة.



يتوقف مصير الحامض البايروفي في عملية التنفس على وجود الأوكسجين (O_2) أو انعدامه داخل السايتوبلازم

وفيما يأتي توضيح لتفاعلات التنفس الهوائي والتنفس اللاهوائي:

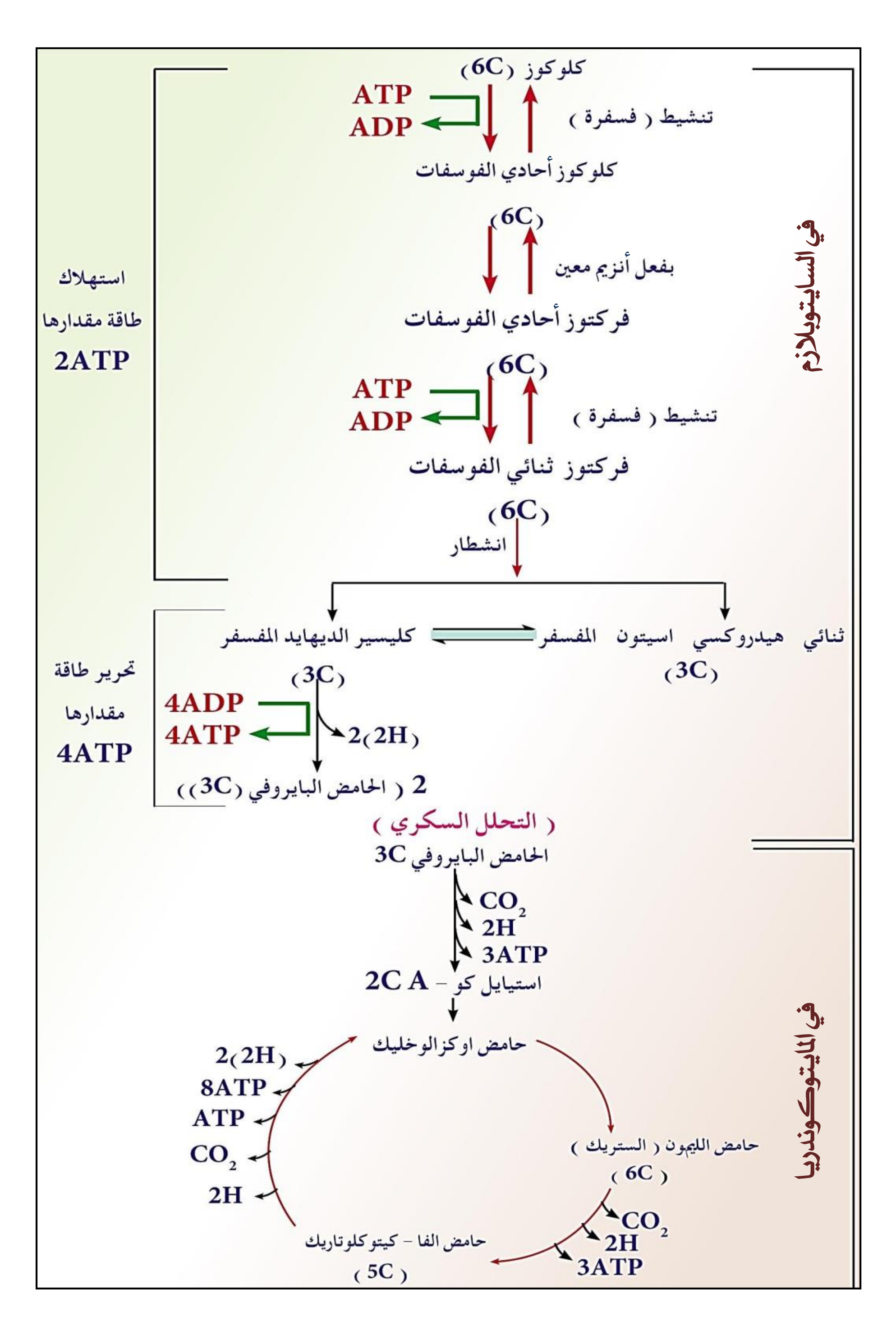
أولاً: التنفس الهوائي Aerobic Respiration

هو سلسلة التغييرات الّتي تطرأ على الحامض البايروفي عند توفر الأوكسجين (داخل المايتوكوندريا)، حيّث يتحوّل الحامض البايروفي النّاتج من التحلّل السكّري إلى(اسيتايل كو- A), ويدخل دورُة حامض الليمون (ألستريك) الّذي يُعدُّ مفتاحاً لها، وكذلك تُسمَّى دورُة الأحماض ثلاثية الكاربوكسيل (TAC) في سلسلة من التفاعلات مؤديّة إلى تحريرٍ كاملٍ للطاقة والبالغة 12

جزيئة ATP في كلِّ دورُة.

خلاصة ما تقدم فان مقدار الطّاقة المتحرّرة من أكسدة جزيء غرامي وأحدُ من سكّر الكلّوكوز أكسدة تامة في التنفس الهوائي سيكون كما يأتي:

1- (2ATP) من التحلّل السكّري.
2- (6ATP) من تحول جُريئتي الحامض البايروفي إلى (اسيتايل كو - 2(A.
3- (6ATP) من 2H الناتج من تحّول جُزيئتي الحامض البايروفي إلى (اسيتايل كو -A)2 بعد مرورها في سلسلة ناقلات الهيدروجين.
4- (24 ATP) من دورتيحامض الليمون.
5- المجموع = 38 ATP جزيئة.



مخطط (1) يوضّح مراحل التنفس (التحلل السكري) ودورة حامض الليمون

8

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف كلا من: التنفس اللاهوائي ، والأحماض النووية.
- يقارن بين كلٍ من: التخمر الكحولي والتخمر اللبني.
- يبين الوحدات الأساسية المكونة للحامض النووي.
- يوضح كيفية ارتباط القواعد النيتروجينية في سلسلتي الحامض الـDNA.

ثانياً: التنفّس اللّاهوائي Anaerobic Respiration

وهو سلسلة التغييرات الّتي تطرأ على الحامض البايروفي بدون مساهمّة الأوكسجين، وتجري في سايتوبلازم الخليّة، وتتمّ في غياب بيوت الطّاقة، والطّاقة المتحرّرة أقلُّ ممّا في التنفس الهوائي، وهو على نوعين:

1- التخمرَّ الكحولي

يتحوّل الحامض البايروفي النّاتج من التحلّل السكّري إلى اسيتالديهايد (بنزع CO_2)، ثمّ يُختزل إلى كحولٍ اثيلي بالهيدروجين النّاتج من التحلّل السكّري عند نقص أو غياب الأوكسجين، ويحصل في الخميرة والنباتات الخضر وبعض البكتريا، كما في المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{تحلل سكري}} 2CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-COOH \xrightarrow{\text{أكسدة بنزع}} 2CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H$$

سكر الكلوكوز — حامض بايروفي — اسيتالديهايد

$2CO_2$

$$2CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow[\text{من التحلل السكري}]{\text{اختزال بالهيدروجين } 2(2CH)} 2ATP + 2CH_3CH_2OH$$

طاقة — كحول أثيلي

2- التخمّر اللبني

اختزال الحامض البايروفي بوساطة الهيدروجين النّاتج من التحلّل السكّري محوّلاً إيّاهُ إلى الحامض اللبني، ويحصل في بعض البكتريا والعضلات، وكما في المعادلة الآتية:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{تحلل سكري}} 2CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}-COOH$$

سكر كلوكوز — حامض بايروفي

$$2CH_3-\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}H-COOH + 2ATP \xleftarrow{2(2H)}$$

اختزال بالهيدروجين (2H)2 من التحلل السكري — حامض لبني

الأحماض النووية في الخليّة Nucleic Acid of the Cell

جزيئات ضخمة توجد بكميات محدودة في الخليّة وتتركز في النواة وأنواع منها توجد في السايتوبلازم، وتؤدي دورًا كبيراً في تكوين البروتينات في الخليّة وتحديد كمية الانزيمات ونوعها. كما أنّ الأحماض النووية مؤلّفة من عددُ كبير من الوحدات البنائية المتكررة الّتي تُعرَف بالنيوكلّيوتيدات.

❖ أنواع الأحماض النووية

أولاً: حامض الـDNA: $(C_5H_{10}O_4)$ يُسمَّى الحامض النووي الرايبي منقوص الأوكسجين Deoxyribo Nucleic Acid، يوجد في الكروموسومات كما يوجد في المايتوكوندريا والبلاستيدات.

ثانياً: حامض الـ RNA: $(C_5H_{10}O_5)$ يُسمَّى الحامض النووي الرايبي Ribo Nucleic Acid ويوجد في كلِّ من النواةَ والسايتوبلازم إذ

يوجد في النويّة وفي الرايبوسومات وفي تراكيبَ أخرى.

ويتألف كلّ نيوكليوتيد (Nucleotide) من:

1- **قاعدّة نيتروجينية:** وهو مرَكّب حلقيّ، ويشمل نوعين:

أ- البريميدينات: وتتكوّن من حلقة واحدة، وتشمل القواعد الآتية:

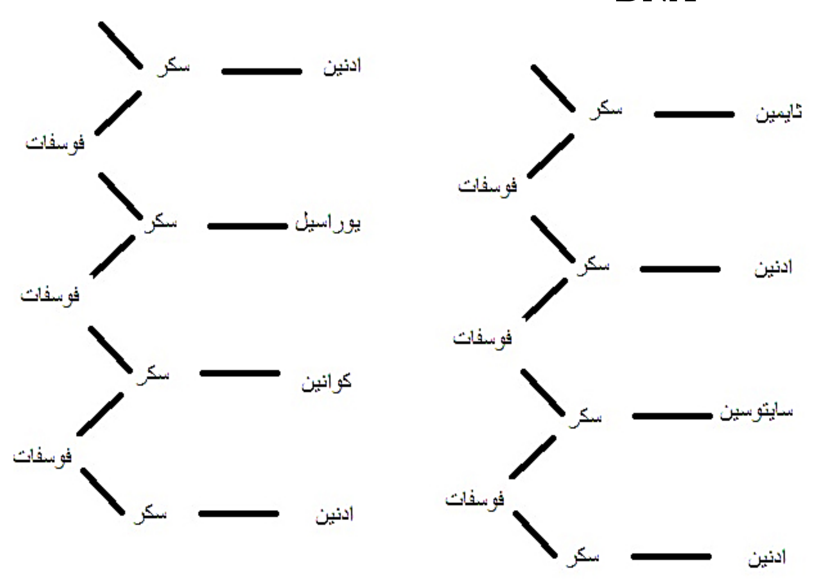
- الثّـــايـمين (T) يوجد في DNA
- السّايتوسين (C) يوجد في كلّا الحامضين
- اليـــوراسيل (U) (يوجد في RNA)

ب- البيورينات: وتتكوّن من حلقتين، وتشمل القواعد الآتية:

- الأدنيــن (A) يوجد في كلّا الحامضين
- الكوانين (G) يوجد في كلّا الحامضين

2- **سكّر خماسي الكاربون:** ويكون أمّا سكّر الرايبوز أو سكّر الرايبوز منقوص الأوكسجين (يختلفٍ عن الرايبوز بفقدان ذرة أوكسجين واحدة).

3- **مجموعةُ فوسفاتية:** وتشكّل جزيئات السكّر ومجاميع الفوسفات جانبي سلسلة DNA.



مخطط (2) يوضّح التركيب الكيميائي للأحماض النووية

❖ تركيب الـ DNA (الحلزون المزدوج)

يتكوّن الـ DNA من سلسلتين تلتف أحدُأهمّا حول أخرى على شكلِّ حلزون مزدوج (وهو شكلٌ شبيهُ بسلم لولبي ملتف). ويكون آلية الإرتباط بالاعتمّاد على تساوي النسب المئوية للقواعد النيتروجينية، إذ ترتبط فيه أحدُى القواعد النيتروجينية في أحدُ السلستين مع القاعدّة النيتروجينية للسلسلة أخرى بوساطة الأواصر الهيدروجينية وكما يأتي:

أ-الأدنين (A) مع الثايمين (T) وبينهما آصرتان هيدروجينيتان A = T.

ب- الكوانين (G) مع السايتوسين (C) وبينهما ثلاث أواصر هيدروجينية G ≡ C.

لا يتمّاثل شريطا (سلسلتا) الـ DNA بل يتمّم أحدُهما الآخرَ، فلو احتوى أحدُ الشريطين على معلوماتٍ وراثيّة، فالآخرَ يحتوي على معلومات ممّاثلة ولكن بشكل شفرة[2] متمّمة، إذ أنّ تسلسل القواعد النيتروجينية في جزيئة الـ DNA يحدد المعلومات الوراثّية، ومن ثمّ فإن حامض الـ DNA هي المادّة المكوّنة للموروثات (GENES) والمورثة مسؤولُة عن وراثة صفُّات الأحيّاء.

[2] الشفرة هي كل 3 قواعد نيتروجينية متتابعة في شريط الـ DNA

9

➢ الأهداف

أن يـكون الطالب قادرا على أن:

- يُبين الاختلاف بين الـ RNA والـ DNA .
- يُعدّد أنواع الحامض الرايبوزي الـ RNA.
- يُبين خطوات تضاعف DNA بالتسلسل.
- يُوضح عملية بناء البروتين بخطوات متسلسلة.
- يُوضح كيفية ارتباط قواعد الـ mRNA ملحقا الـ tRNA مع إعطاء مثال عليها.

الحامض النووي الرايبي (RNA)

يكون الحامض النووي RNA هو المادّة الوراثيّة لبعض الرّواشح (الفيروسات)، ويشابه هذا الحامض حامض الـ DNA من حيّثُ أنه مكوّن من نيوكلّيوتيدات، إلّا انه يختلف عن الـ DNA في أوجهٍ منها:

أ- يحتوي الـ RNA على سكّر الرايبوز بدلاً من سكّر الرايبوز منقوص الأوكسجين الموجود في الـ DNA.

ب- يحتوي على القاعدّة النيتروجينية (اليوراسيل) بدلاً من القاعدّة (الثايمين) الموجود في الـ DNA.

ج- يتكوّن الـ RNA من سلسلةٍ واحدةٍ، وليس من سلسلتين كما في الـ DNA، إلّا أنّ بعض الأجزاء من الـ RNA قد تنثني لتصبحَ ثنائيّة السّلسلة وفيها يرتبط اليوراسيل مع الأدنين والسايتوسين مع الكوانين.

د- يكون الـ RNA قصيراً، في حيّن يُعَدُّ الـ DNA جزيئاً عملاقاً كما مرَّ سابقاً، ويوجد الـ RNA في كلٍّ من السايتوبلازم والنواة, في حيّن DNA يوجد في النواةَ.

هـ- يحمل RNA تعليمات بناء البروتين, في حيّن يقتصر DNA على

إعطاء المعلومات فقط.

و- بإمكان RNA أنّ يتصرف كانزيم, ولكن الـ DNA لا يستطيع ذلك.

▪ أنواع الـRNA

1- الحامض الرّايبي المرَّاسل Messenger RNA (mRNA)

حامض ينقل المعلومات الوراثّية من (DNA النواةَ) إلى مناطق نشاطه في السايتوبلازم وبالأخصّ في الرايبوسومات لصنع البروتين.

2- الحامض الرايبي الرايبوسومي RNA Ribosomal

يدخل في تركيبُ الرايبوسومات إذ يشترك مع البروتين في بنائها.

3- الحامض الرايبي الناّقل Transfer RNA

يوجد في السايتوبلازم و يقوم بنقل الأحماض الأمينيّة إلى الرايبوسومات لبناء البروتين باتّحاد هذه الأحماض الأمينية معه ويوصلها إلى الرايبوسومات.



شكل (21) يوضّح الـ tRNA

▪ تضاعف جزيء الـDNA

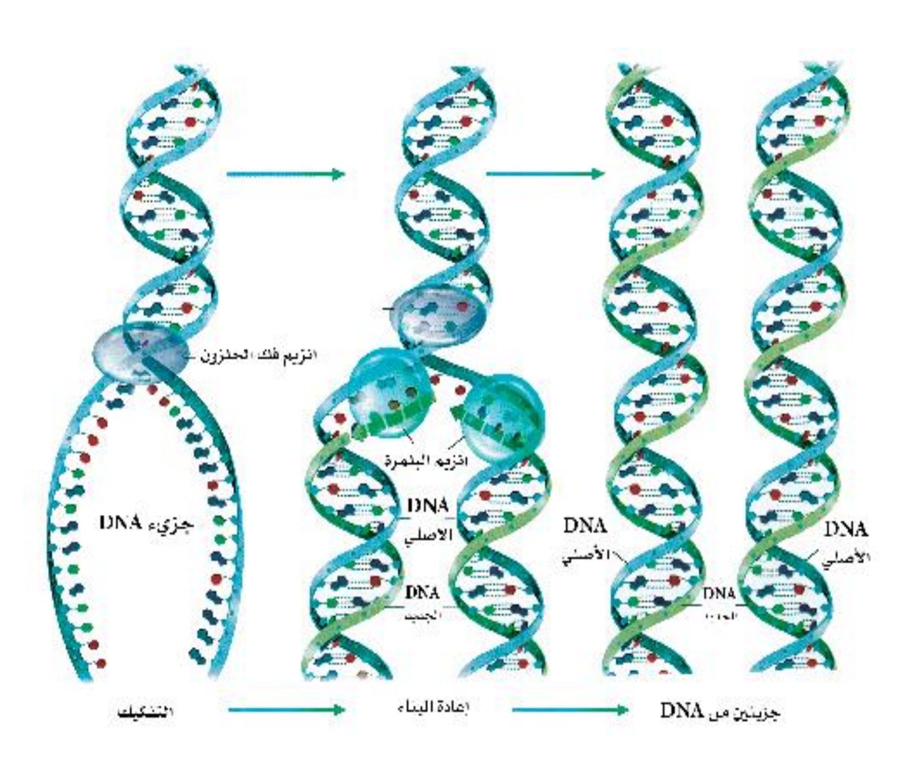
تبدأ عمليّةُ التضاعف لجزيئة الحامض النووي DNA كالآتي:

1- كسر الأواصر الهيدروجينية بين شريطي القواعد النيتروجينية بفعل انزيمات خاصّة مكوّنة منطقة تشبه حرف (Y) تُسمَّى شوكة التضاعف.

2- يبدأ انزيم بلمرَّةِ الـ DNA ببناء الجزءِ المتمّم لكلٍّ من الجزئين الأصليّين المتباعدين، فيرتبط A = T ويرتبط C ☰ G.

3- كلُّ شريط جديد سيكون ممّاثلاً للشريط الأصلي، فالشريط الجديد المتكوّن عن اليسار نسخة طبق الأصل من الشريط الأصلي عن اليمين، وبالعكس شكلِّ (22).

وتستمرُّ عمليّةُ فكِّ التفاف الشّريطين الأصليّين عن بعضهما إذا ما استمرَّت عمليّةُ البناء، حتّى تتكوّنَ جزئياتٌ تمّاثل كلّاً منهما الجزيئة الأصلية، وبعمليّةُ التضاعف هذه تحافظ المخلوقات الحيّة على صفاتها بإذن الله تعالى.



شكل (22) يوضّح تضاعف جزيء الـ DNA

▪ استنساخ الـ mRNA

يـتمّ استنســاخ جزيئـة الحـامض الرايبـي الــ mRNA مـن أحـدُ شـريطي الـ DNA (بعمليّةُ مشابهة لتضاعف الـ DNA مع ملاحظة الفروق الآتية:

1- يبتُعدُ شـريطا الــ DNA فـي منطقـة معيّنـة فتتراصـفُّ مقابـل أحـدُ الشــريطين النيوكلّيوتيــدات الخاصّــة بالــ mRNA والمتمّمــة لنيوكليوتيدات شريط الـ DNA الّذي يعمل كقالب.

2- في المنطقة المحدّدة من شريط الـ DNA وبوجود انزيم البلمرَّةٍ الرايبي (RNA- Polymerase) يـتمّ ربـط نيوكلّيوتيـدات mRNA المتمّمـة لنيوكليوتيدات أحدُ شريطي الـ DNA بحيّث يرتبط (اليوراسيل) U مع الأدنــين (A) و (الأدنــين) A مــع الثــايمين (T) و (الكــوانين) G مــع السايتوسين (C) وبالعكس مكوّناً بذلك جزيئة جديدة من الـ mRNA.

❖ بناء البروتين

أنّ البروتينات ومنها الانزيمات هي الّتي تسيّر العمليات الحيويّة كلّها في أجسام المخلوقات الحيّة، وتدخل البروتينات في تركيبُ الأغشية والعضيّات الخلويّة والعضلات. وتتلخّص عمليّةُ بناء البروتين بالخُطُوات الآتية:

1- يتمّ استنساخ الـ mRNA من أحدُ شريطي الـ DNA في داخل النواة.

2- ينتقل الـ mRNA إلى السايتوبلازم ويرتبط بالرايبوسوم.

3- بمسـاعدّة انزيمـات معيّنـة تـرتبط جزيئـات الــ tRNA مـع الأحمـاض الأمينية الخاصّة بكلِّ نوع من جزيء الـ tRNA ويبدأ صنع البروتين.

4- تـرتبط كلّ جزيئة الـ tRNA بآصرة مع الـ mRNA، فتتكامل ثـلاث قواعد نيتروجينيـة من الـ mRNA مـع ثـلاث قواعد نيتروجينيـة مـن الـ tRNA وكما في المثال الآتي:

قواعد mRNA	UGA	UCG	AAC
قواعد tRNA	ACG	AGC	UUG

5- ترتبط الأحماض الأمينيّة المتتالية ببعضها بأواصر ببتيدية مكوّنة ببتيدات متُعدّدة.

6- بعد منح الحامض الأميني إلى سلسلة الببتيد المتكوّن ينفصل الـ tRNA يعود إلى السايتوبلازم ويعمل من جديد على جلب أحماض أمينيّة أخرى.

10

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف كلا من: الانقسام المباشر، الانقسام غير المباشر، و خيوط المغزل.
- يشرح ماذا يحدث في الطور البيني.
- يوضح مراحل الانقسام الخيطي في الخلية.
- يشرح ماذا يحدث في كل طور من أطوار الانقسام الاعتيادي.

انقسام الخليّة Cell Division

هي عمليّةُ مضاعفةِ المادّة الوراثيّة وتوزيعها بشكلٍ متجانسٍ بين الخليّتين النّاتجتين من الانقسام، وهناك ثلاثة أنواع من الانقسام تحصل في الخليّة هي:

أولاً: الانقسام المباشر (اللّاخيطي) Amitosis

ينتج من تخصر للنواة أو المادّة النووية والسايتوبلازم، ثمّ انقسامهما دون حصول تغييرات نوويّة وسايتوبلازمية، وتتكوّن خليتان جديدتان تحوي كلٌّ منهما كميّةً من المادّة النووية والسايتوبلازم، ويحدث في البكتريا والطّحالب الخضر المزرقة.

ثانيا: الانقسام غير المباشر (الخيطي) Mitosis

هو عمليّةُ انقسام النواةَ بصورة تضمن تسلّم كلٍّ من الخليتان الجديدتين نفس العددُ والنوعيّة من الكروموسومات الموجودة أصلاً في الخليّة الأم. وتحتوي كلُّ خليّة من خلايا جسم الإنسان على 46 كروموسوماً تتضاعف قبل

الانقسام فتصبح 92 كروموسوماً, وعندما تتمّ عمليّةُ الانقسام يذهب 46 منها إلى خليّة والـ 46 الباقية إلى الخليّة الثانية, وتستمرّ هذه العمليّةُ في كلِّ مرَّةٍ. أمّا مصطلح الانقسام السايتوبلازمي Cytokinesis، فيُطلق على عمليّة انقسام السايتوبلازم الّذي يعقب انقسام النواة.

وتتمّ عمليّةُ انقسام الخليّة عبر أربعة أطوار يسبقها طورٌ بينيّ Interphase والّذي يحدث فيه ما يأتي:

- يتضاعف كلُّ كروموسوم ويتكوّن كروموسومان متماثلان متجاوران.
- يتمُّ بناء البروتينات.
- يتضاعف الجسيمُ المرَّكزي.

وفيما يأتي وصفٌ لما يحدث في الأطوار الأربعة للانقسام الخيطي (الاعتيادي)

أ- الطّور التمّهيدي Prophase: ويحدث فيه ما يأتي:

1. تنفكُّ خيوطِ الشبكةِ الكروماتينية وتظهر الكروموسومات واضحة (46 كروموسوماً في الانسان).
2. يبتُعدُ الجُسيمان المركزيان عن بعضهما باتّجاه الأقطاب المتعاكسة للخليّة وتتكوّن حول كلِّ منهما خيوطٍ دقيقة شعاعية (النجم) ويمتد بينهما خيوطٍ المغزل.
3. تتكوّن خيوطٍ المغزل Spindle وتمّتد بين الجسيمُين المركزيين وهي خيوطٍ من البروتين و RNA تتعلق بها الكروموسومات بوساطة أجزائها المرَّكزيّة (Centromeres) أثناء الانقسام.
4. تبدأ النويّة والغلاف النووي بالانحلال التدريجي وتصبح بذلك الكروموسومات حرّةً في السايتوبلازم.

ب- الطّور الاستوائي Metaphase

تصطفّ الكروموسومات في خط استواء الخليّة وتتعلّق من أجزائها المركزيّة بخيطٍ من خيوطِ المغزل.

ج- الطّور الانفصالي Anaphase

ينفصل الكروماتيدان الشقيقان لكلِّ كروموسوم عن بعضهما، ويتّجهان إلى القطبين المتعاكسين للخليّة ويصبح كلُّ كروماتيد الان كروموسوماً بنوياً.

لا تُعرَف ميكانيكية حركة الكروموسومات نحو القطبين المتعاكسين في الخليّة بالضبط حتى الآن ولكن هناك عددٌ من النظريات منها:

1. يُعتقد أنّ خيوط المغزل تتقلّص بوجود ATP وتسحب الكروموسومات نحو القطبين.
2. يُعتقد أنّ خيوط المغزل تعمل بوضعها طريقاً تنزلق عليه الكروموسومات متّجهة نحو القطبين.

د- الطّور النهائي Telophase

يبدأ عند اكتمّال وصول الكروموسومات البنوية إلى قطبي الخليّة ويحدث فيها ما يأتي:

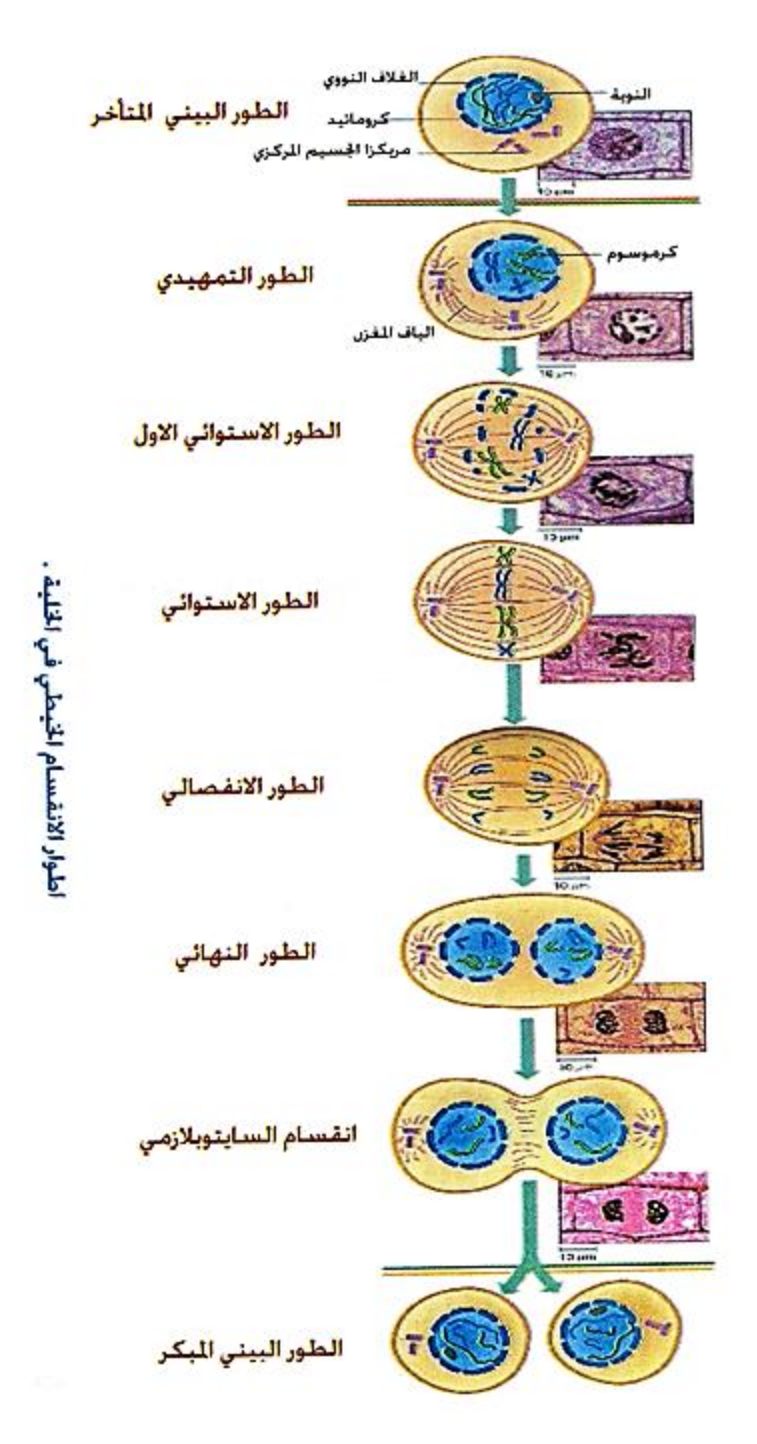
1. تتحوّل الكروموسومات إلى شبكةٍ كروماتينية دقيقة.
2. تبدأ النويّة والغلاف النووي بالتكوّن.
3. تختفي خيوطِ المغزل والنجم و بذلك ينتهي انقسام النواةَ الأصلية إلى نواتين جديدتين لهما نفس عددُ الكروموسومات الموجودة في النواةَ الأصليّة.

بعد اكتمّال انقسام النواة، يبدأ انقسام السايتوبلازم بتخصر الغشاء البلازمي للخليّة الحيّوانيّة والسايتوبلازم من الخارج تدريجياً إلى أن تنقسم الخليّة إلى خليتان جديدتين بنويتين, أمّا في الخليّة النباتيّة فيتمّ الانقسام بتكوين صفيحة خلويّة Cell plate في خطٍّ استواء الخليّة يفرزها بروتوبلاست الخليّة النباتيّة ثمّ يتكوّن الجدار الخلويّ، فيقسم الخليّة النباتيّة الأصلية إلى خليتان بنويتين جديدتين.

أنّ المدة الزمنية الّتي تستغرقها أطوار الانقسام لخلايا بشرية تحت المجهر هي كالآتي:

- الطّور التمهيدي 30- 60 دقيقة كذلك الطّور النهائي.
- الطّور الاستوائي من 2- 6 دقائق.
- الانفصالي 3- 15 دقيقة.

أمّا مدّة أطوار الانقسام في خلايا النسيجُ العصبي فتستغرق ما يقارب 30 دقيقة أثناء الأدوار الجنينية، ويصبح نادر الانقسام عند البلوغ بسبب تخصّص الخلايا العصبيّة بصورة نهائية، وهكذا قد تطول المدة الزمنية للانقسام أو تقصر تبعاً لعمرً الحيوان وأنواع الخلايا المنقسمة.



شكل (23) يوضّح أطوار الانقسام الخيطي

11

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرّف الانقسام الاختزالي.
- يُبين الغرض من الانقسام الاختزالي.
- يُعدّد الأدوار في الطور التمهيدي للانقسام الاختزالي الأول.
- يُقارن بين الانقسام الاختزالي في الخلية الحيوانية والنباتية.

ثالثا: الانقسام الاختزالي Meiosis

يحدث في خلايا المناسل أثناء تكوين الأمشاج كالبيوض **Eggs** والنّطف **Sperms** في الحيّوانات وعند تكوين الأبواغ **Spores** والبيوض وحبوب اللقاح في النباتات، ويتضمّن انقسامين متتابعين للخليّة ويتمّ خلالَها اختزال عددُ الكروموسومات إلى نصفُّ العددُ الكامل لكروموسومات الخلايا الجسمية. والغرض منه الحفاظ على عددُ الكروموسومات ثابتاً للنوع الواحد خلالَ الأجيال المتعاقبة, فالأمشاج تحوي نصفُّ عددُ كروموسومات الخلايا الجسمية, ويتكوّن كلُّ منهما من أربعة أطوار على النحو الآتي:

1- الانقسام الاختزالي الأوّل: ويتضمن الأطوار الآتية:

أ- الطّور التمّهيدي الأوّل Prophase1

يكون هذا الطّور بطيئاً ومعقّداً، لذا فقد قُسِّم هذا الطّور إلى خمسة أدوار **Stages** وهي كالآتي:

- الدورُ القلادي **Leptatene**: وفيه تظهر الكروموسومات بشكل خيوطٍ مفردة طويلة ونحيّفة ذات تثخنات شبيهُة بالخرز تضفي على الكروموسوم شكل القلادة. ويكون الكروموسوم قد تضاعف مسبقاً.

- **الدّورُ الازدواجي Zygotena: تتراصفُّ الكروموسومات المتمّاثلة بـالطّول وتـزدوج وتلتـوي علـى بعضـها، وتُـدعَى العمليّـةُ بالإيثـاق Synapsis وهــي صــفّةٌ مميّــزة للانقســام الاختزالــي ويُســمَّى الكروموسومان المزدوجان بالثنائي Bivalent.**

- **الــدّورُ التغلّظــي Pachytene: يــزداد تغلّــظ الكروموســومات المزدوجـة ويقـل طولهـا فـي هـذا الـدورُ, ويظهـر تضـاعف كـلِّ كروموسـوم إلـى (كروماتيـدين)[3] واضـحيّن ضمن كلّ ثنـائي, لـذلك يظهـر كـلّ زوجٍ مـن الكروموسـومات المتماثلـة مكوّنـاً مـن حُزمـة مؤلّفة من أربعة كروماتيدات، فتُسمَّى عندئذٍ الرباعيات Tetrad. في هذا الدورُ تحدث عمليّةُ تبادل قطع الكروماتيدات (المورثات genes) غيـر الشـقيقة بـين الكروموسـومين المتمّـاثلين بعمليّـةُ تُسمَّى العبور أو التعابر Crossing over.**

- **الـدّورُ الانفراجـي Diplotene: تبتُعدُّ الكروموسـومات المزدوجـة ضـمن الربـاعي قليـلاً عـن بعضـها مـع بقـاء الكروماتيـدين غيـر الشقيقين في الرباعي الوأحدُ مرّتبطين بنقطة أو أكثر تُسمَّى نقاط الارتباط بالتصالبات Chiasmata.**

- **الدّورُ الحركي Diakinesis: تعاني فيها النويّة والغلاف النـووي الانحـلال التـدريجي. وتتحـرّك مواقـع التصـالبات باتّجـاه نهايـات الكروموسومات وبهذا يقل عددُ هذه التصالبات وتبتعدُ الجسيمات المركزيّة عن بعضها، وتظهر خيوط المغزل.**

---

[3] يسمى كروماتيدي كل كروموسوم بالكروماتيدين الشقيقين

ب- الطّور الاستوائي الأوّل Metaphase 1

تصطفّ الثنائيات (الكروموسومات المتمّاثلة) في خطّ استواء الخليـة، وتظهر الكروموسومات معلّقة من أجزائها المركَزيّة بخيوطٍ المغزل.

ج–الطّور الانفصالي الأوّل Anaphase 1

تنفصل الكروموسومات المتمّاثلة ضمن الثنائي عن بعضها وتتّجه إلى الأقطاب. ويبقى كروماتيدي كلِّ كروموسوم مرَّتبطين مع بعضـهما فـي منطقة جزأيهما المرَّكزيين.

د–الطّور النـهائي الأوّل Telophase 1

تصل الكروموسومات إلى قطبي الخليّة, فيبدأ الغلاف النووي والنويّة بـالتكوّنَ، وتختفي خيوطٍ المغزل والنجم, ثـمّ ينقسم الغشاءٍ البلازمـي والسـايتوبلازم فـي الخليّـة الحيّوانيّـة مـن الخـارج إلـى الـدّاخل ويحـدث عكسه في الخليّة النباتيّة، فتنتُجُ خليتان كلِّ منهما تحمل نصفُّ عددُ الكروموسـومات الموجـودة فـي الخليّـة الأصـلية، وتكـون كـلِّ منهمـا أحاديّـة المجموعـةُ الكروموســومية (Haploid)[4] وهمــا تكونــان متهَّيئتين للانقسام الاختزالي الثاني.

---

[4] أحادية المجموعة الكروموسومية (1 س)

12

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يوضح مراحل الانقسام الاختزالي الثاني في الخلية.
- يرسم أطوار الانقسام الاختزالي الأول والثاني.
- يبين الغرض من الانقسام الاختزالي الثاني.

2- الانقسام الاختزالي الثاني: لا يوجد طورٌ بيني بين الانقسام الاختزالي الأوّل والانقسام الاختزالي الثاني، ويتضمّن أربعة أطوار هي:

أ- الطّور التمّهيدي الثاني Prophase 2

تدخل الخليّة الطّور التمّهيدي الثاني وهي أحاويةُ على نصفُ عددُ كروموسومات الخليّة الأم (1 س).

- في هذا الطّور يبتُعدُ الجسيمُ المرَّكزي مرَّةً أخرى.
- يتكوّن مغزل جديد في كلِّ من الخليتان الجديدتين.
- تنحل النويّة والغلاف النووي تمّهيداً لعمليّةُ انقسام ثانِيضض.

ب- الطّور الاستوائي الثاني Metaphase 2

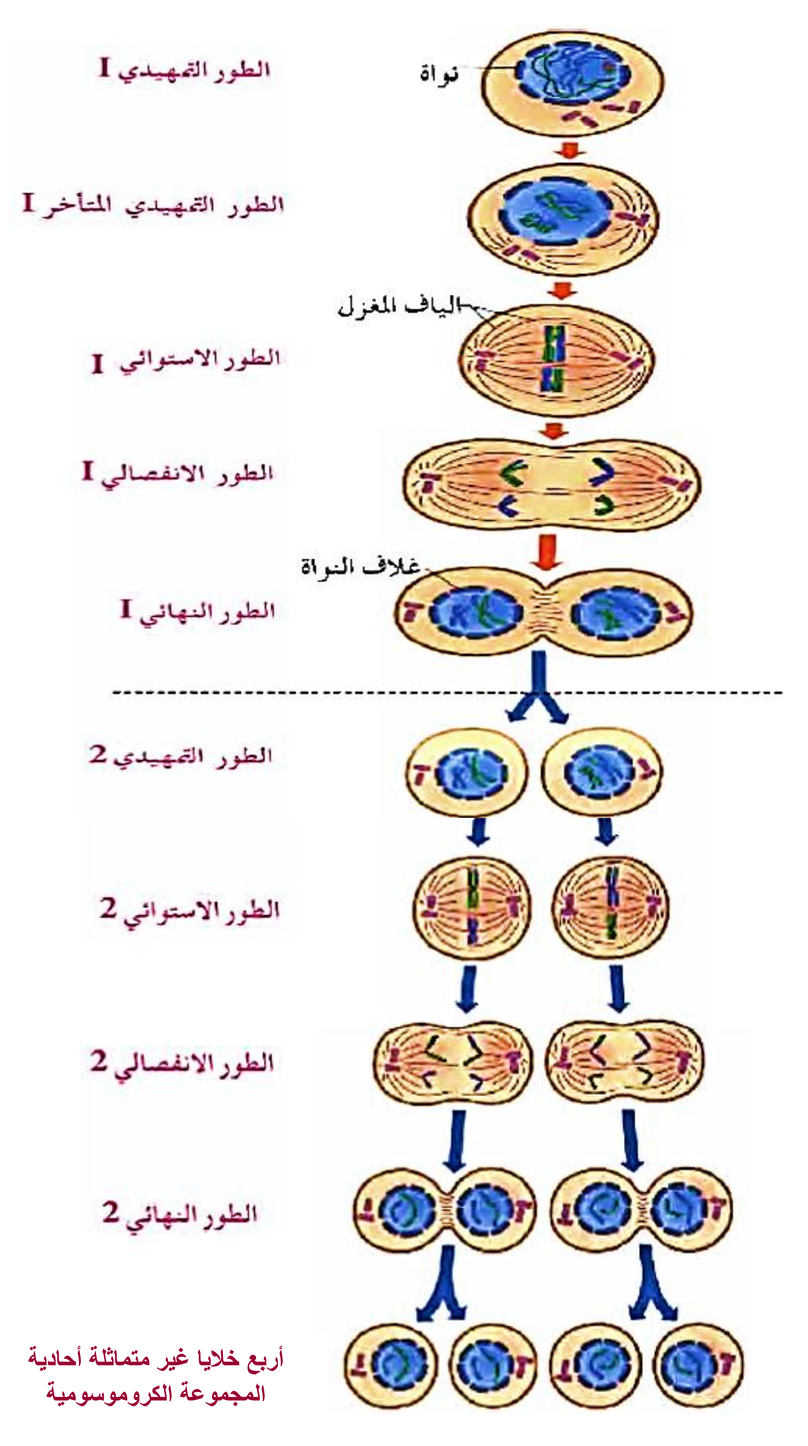
- تصطفّ الكروموسومات في خطّ استواء الخليّة.
- تتّصل الكروموسومات بخيوطٍ المغزل عن طريق أجزائها المرَّكزيّة.
- تظهر الكروموسومات مرَّتبةً بهيئة حُزمٍ مكوّنة من كروماتيدين فقط.

ج- الطّور الانفصالي الثاني Anaphase 2

- تنفصل الكروماتيدات الشقيقة عن بعضها في هذا الطّور، وذلك بانفصال الجزءِ المرَّكزي لها.
- يصبح كلّ كروماتيد الان كروموسوماً مستقلّاً، تتوضّح عمليّةُ مضاعفة الكروموسومات عند فصل كروماتيد كلّ كروموسوم ليُطلق عليه الكروموسوم البنيوي.
- تتّجه الكروموسومات البنوية نحو الأقطاب المتعاكسة للخليّة.

د- الطّور النهائي الثاني Telophase 2

- يبدأ هذا الطّور عند وصول الكروموسومات البنوية إلى قطبي المغزل, إذ تكون مجموعةُ كروموسومية أحاديّة, ويتكوّن الغلاف النووي والنويّة.
- تختفي خيوطٍ المغزل والنجم وبذلك يكتمّل الانقسام الاختزالي للنواة, ثمّ يحدث بعده انقسام سايتوبلازمي, وبذلك تكون المحصّلة النهائية للانقسام الاختزالي أربعة خلايا أحاديّة المجموعةُ الكروموسومية، (لاحظ الشكل 24).



شكل (24) يوضّح أطوار الانقسام الاختزالي الأول والثاني



أسئلة الوحدة الأولى

أولاً: عرّف المصطلحات العلمية الآتية

الانقسام الخيطي، الانقسام المباشر، الانتشار، التناضح، النّقل الفعال، الابتلاع الخلويّ, خيوطٍ المغزل، الجسيمُ المركَّزي.

ثانياً: اذكر وظائف كلّ ممّا يأتي

الغشاءِ البلازمي، المايتوكوندريا، الجسيمُ المركَّزي، النويّة، حامض DNA

ثالثا: قارن بين :

- **البلاستيدات الخضر والمايتوكوندريا من حيثُ التركيبُ والوظيفة.**
- **الشبكةٍ البلازمية الدّاخليّة الخشنة والملساء.**
- **الجسيمُ المركَّزي والجسيمُ الحركي.**
- **الالتهام الخلويّ والشرب الخلويّ.**

رابعاً: فسّر الحقائق العلمية الآتية :

1. **وجود الأجسام الحالّة في خلايا الدّم البيض العدلة.**
2. **للجسيمُ المركَّزي دورُ مهمّ في عمليّةُ انقسام الخليّة.**
3. **وجود الأعراف في المايتوكوندريا.**
4. **تمّتصّ الخلايا أحيّاناً بعض الموادَّ من محيّطها الخارجيٍّ على الرغم من أنّ تركيز تلك الموادَّ داخل الخليّة أعلى من تركيزها في الخارج.**

خامساً: اختر الإجابة الصحيّحة لكلٍّ ممّا يأتي

1- تسهم الشبكةٍ البلازمية الدّاخليّة فيما يأتي ماعدا
أ- تغليف البروتين ب- توصيل الموادَّ بين أجزاء الخليّة
ج- انتاج بعض الدهون د- تخزين الموادّ البروتينية والدهنية

2-يُطلق اسم الدكتيوسوم على الجهاز الإفرازي الموجود في
أ- الخليّة الحيوّانيّة ب الخليّة البكتيريا
ج- الخليّة النباتيّة د- الخليّة اللمفاوية

3-تتّخذ النواةَ في الخلايا الجنينية موقعاً
أ- مركّزيا ب- جانبياً ج- محيّطياً د- سطحيّاً

4-يُطلق على حركة الأيونات والجزيئات خلالَ وسط معيّن من المناطق ذات التركيز العالي إلى المناطق ذات التركيز الواطئ تسمية:
أ- التناضح ب- الانتشار ج- النفوذية د- البلعمة

5- العضيّات الّتي تؤدّي دورًا مهمّاً في عمليّةُ يتحوّل الشكل في الحيّوانات هي:
أ- الجسيمُات المرّكزيّة ب- المايتوكوندريا
ج- الفجوات د- الجسيمُات الحالة

6- عددُ النويات الّتي تحتويها نواةً خليّة البصل هي
أ- خمس ب- أربعة ج- ثلاث د- اثنتان

7- يتمّ تكوين البروتينات في سايتوبلازم الخليّة بوساطة
أ- المايتوكوندريا ب- الرايبوسومات
ج- الجهاز الإفرازي د- الجسيمُات الحالة

سادساً: أكمل العبارات الآتية :

1- تحــدّد المكوّنــات الرئيســة لخليّــة حقيقيــة النــواةَ بــالآتي:
أ- .... ب- .... ج- ....

2- تُوصفُ الشبكةِ البلازمية الدّاخليّة الّتي تفتقر لوجود الرايبوسومات باسم ....

3- هناك حالات تكون فيها الخلايا ثنائية الانوية كما هي الحال في .... و ....

4- يوجد داخل الغشاءِ الّذي يحيّط بالبلاستيدة تركيبُان مهمّان هما.............. و ....

5- يتألّف جدارّ الخليّة النباتيّة من ثلاث طبقاتْ هي .... و .... و ....

6- يتكوّنُ جهاز الإفراز من ثلاث ردهاتٍ الأوّلى .... والثانية .... والثالثة ....

7- .... و.............. قواعد نيتروجينية من نوع البريميدينات.

8- للنقل النشط ثلاث خصائص هي .... و.............. و..............

سابعاً: بماذا يختلفِ النيوكلّيوتيد الدّاخل في تركيبُ الحامض النّووي DNA عن النيوكلّيوتيد الدّاخل في تركيبُ الحامض النووي RNA. اكْتب ذلك مُعززاً إجابتك بشكل جدول.

ثامناً: إذا كان ترتيبُ القواعد النيتروجينية في (أحدُ شريطي) الـ DNA كالآتي:

AAG CGT TAT CCA

فما هو ترتيب القواعد النيتروجينية في الشريط الثاني؟

تاسعاً: إذا كان ترتيب القواعد النيتروجينية في أحدُ شريطي الـDNA كالآتي:

TTG GGT AAT CGA

فما هو تتابع قواعد الشريط الثاني؟

عاشرا: ارسم مع التأشير كلّاً من: البلاستيدة الخضراء , والمايتوكوندريا.

أحدُ عشر: ما الفرق بين الطّور الانفصالي الأوّل والثاني؟

اثنا عشر: في أي دور أو طور يحدث ما يأتي

1- ظهور الثنائيات 2- العبور أو التعابر 3- ظهـور التصـالبات

4- اختفاء الغلاف النووي 5- ظهور النويّة 6- اختفاء المغزل

7- تضاعف الـ DNA.

الوحدة الثانية

الأنسجة

عدد الدروس



المحتوى

- المقدّمة
- الأنسجة النباتية
- تصنيف الأنسجة النباتية
- الأنسجة الحيوانيّة
- تصنيف الأنسجة الحيوانيّة
- أسئلة الوحدة

الأهداف السلوكية

بعد انتهاء الطالب من دراسة هذه الوحدة يتوقع منه أن يكون قادرا على أن:

.1	يعرف أنواع الأنسجة النباتية والحيوانية
.2	يقارن بين أنواع الأنسجة
.3	يصنف أنواع الأنسجة
.4	يرسم مؤشرا على الأجزاء أنواع مختلفة من العضلات
.5	يُعدّدُ مكونات الدّم
.6	يتأمل قوله تعالى: ﴿وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنسَانَ مِن سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ (12) ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ (13) ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظَامًا فَكَسَوْنَا الْعِظَامَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ (14)﴾ سورة المؤمنون

1

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يبيّن الطالب منشأ الأنسجة النباتية بشكل عام.
- يصنف الأنسجة النباتية على وفق قدرتها على الانقسام.
- يصنف الأنسجة (الإنشائية).
- يذكر وظائف أنواع النسيج الأساس.

المقدمة

قال تعالى ﴿أنّ اللَّهَ لاَ يَسْتَحيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلاً مَّا بَعُوضَةً فَمَا فَوْقَهَا فاما الّذينَ آمَنُواْ فَيَعْلَمُونَ انهُ الْحَقُّ مِن رَّبِّهِمْ وَاما الّذينَ كَفَرُواْ فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلاً يُضِلُّ بِهِ كَثِيراً وَيَهْدِي بِهِ كَثِيراً وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلاَّ الْفَاسِقِينَ﴾ (سورة البقرة: 26)

أنّ الله تعالى هو خالقُ كلَّ شيءٍ (من حولنا)، ومنها السماوات والأرض والشجر والماء والنار والانسان والحيّوان ......إلخ، وهنالك مخلوقات حيّةٍ خلقها الله تبارك وتعالى متناهية في الصغر لا يمكن مشاهدتها إلا باستخدام العدسات المكبّرة (المجهر) مثل البكتيريا والفايروسات. وهنا تتجلّى عظمة الخالق جلّ شانه في تفرّده بالخلق دون غيره.

قال تعالى﴿يَا أَيُّهَا النَّاسُ ضُرِبَ مَثَلٌ فَاسْتَمِعُوا لَهُ أَنّ الّذينَ تَدْعُونَ مِن دُونِ اللَّهِ لَن يَخْلُقُوا ذُبَابًا﴾ (سورة الحج: 73)

من هذا المنطلق تتنوع المخلوقات في بناء أجسامها، فمنها ما يتكوّن من خليّة واحدة، فتُدعى بأحيّاء وحيّدة الخليّة منها الأميبا واليوغلينيا وبعض الطّحالب والفطريات. وهنالك مخلوقات حيّةٍ أخرى تتكوّن أجسامها من عددُ هائل من الخلايا مطمورة بمادّة بينية (بين خلوية).

قال تعالى ﴿لَقَدْ خَلَقْنَا الْانسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ﴾ (سورة التّين: 4)

أنّ مجموع الخلايا المتشابهة شكلّاً ووظيفةً يعمل على أداء وظيفة واحدة تُسمَّى بالنسيجُ. والعلم الّذي يهتمّ بدراستها يُدعى علم الأنسجة (**Histology**).

الأنسجة النباتيّة

مجموعةُ من الخلايا المتباينة في الشكل والحجم تشترك معاً لأداء وظيفةٍ معيّنة. وتختلفِ النباتات في تركيبُها، فمنها ما هو بسيط التركيبُ وحيّدة الخليّة تقوم بكلّ الفعاليّات الحيّوية كبعض أنواع الطّحالب ومنها ما هو راقٍ (معقد) مثل النباتات المعمرَّةٍ, فجسمها مكوّن من خلايا متغايرة بالأشكال والوظيفة موزعة بين الجذر والساق والأوراق.

نشأة الأنسجة النباتيّة وتوزيعها :

تتباين الأنسجة النباتيّة بالموقع والمنشأ والوظيفة والتخصّص. فمنها ما يقوم بالانقسام الخلويّ بغية إضافة انسجة نباتيّة أثناء النموُّ أو بدل الّتي تتلفٍ سنوياً تُدعَى بالانشائية (**Meristematic**). ومنها ما يقوم بوظيفة (الدَّعم أو النّقل أو البناء أو التهوية) تُدعَى الدائمية (المتخصّصة)، والانسجة الانشائية تيتحوّل تدريجياً إلى انسجة مستديمة، وعادةً يبقى جزءٍ إنشائي دائم التجدّد.

تصنيف الأنسجة النباتيّة

تُصنَّف الأنسجة النباتيّة إلى أربعة أنواع رئيسة هي:

أولاً: النسيج الانشائي (Meristematic Tissue.)

يتميّز بقدرة خلاياه على الانقسام المستمرَّ، وتنتج عن نشاطه استطالة قمم الجذور والسيقان ونموُّ البراعم وتثخن بعض الجذور والسيقان، وتقسم الأنسجة الانشائية إلى:

1- النسيجُ المرَّستيمي القمي(Apical.M .T)

يقع في قمم الجذور والسيقان والأوراق ونشاطه يؤدي إلى نموُّ قمم السيقان والجذور (نموًّا طوليّاً).

2- النسيجُ المرَّستيمي الجانبي (Lateral.M.T)

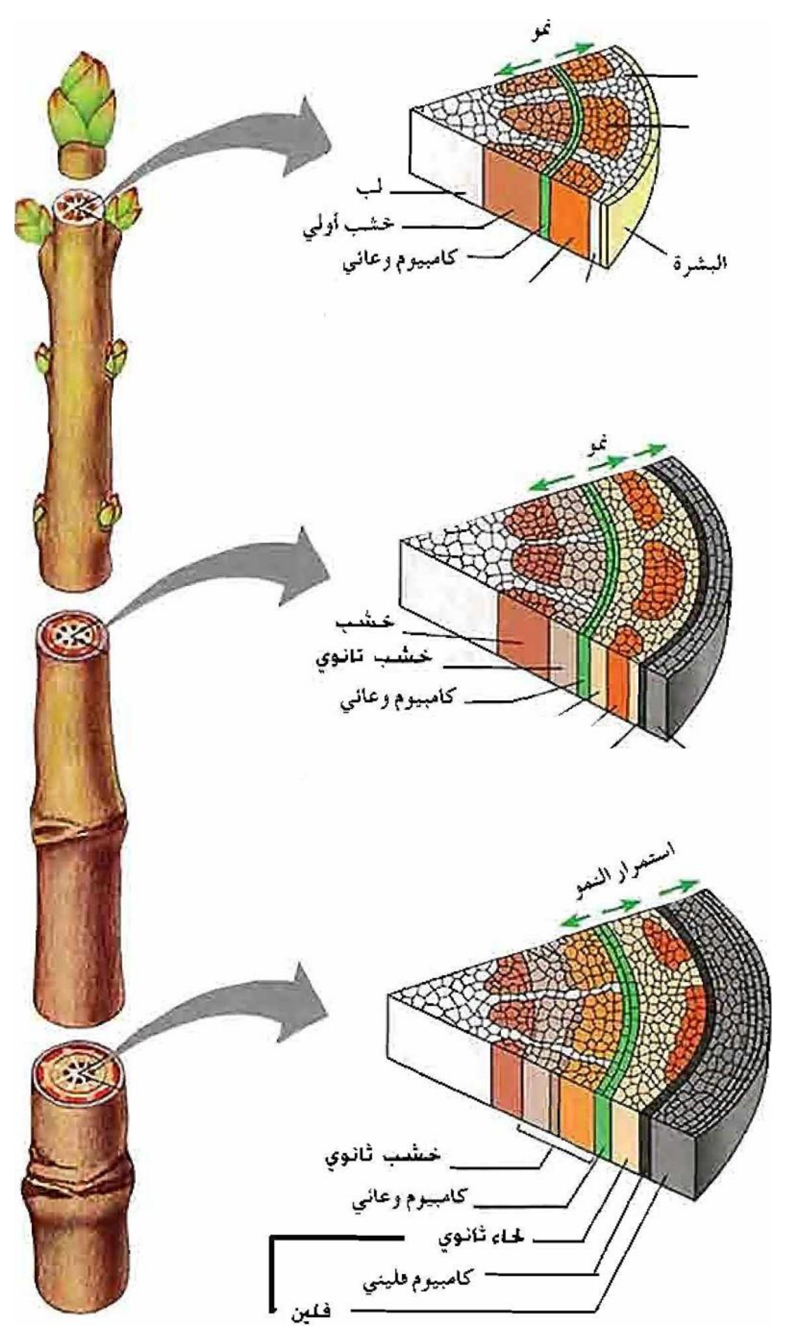
يقع بموازاة المحور الطولي لجذور وسيقان ذوات الفلقتين و يسبّب نشاطه التغلّظ الثانيوي، ويشمل الكامبيوم الوعائي (الخشب واللحاء الثانويين) والكامبيوم الفليني (الفلين إلى الخارج والقشرة الثانيوية إلى الدّاخل).

3- النسيجُ المرَّستيمي البينّية (Intercalary.M.T)

يقع بين الأنسجة المستديمة كما في سُلاميات نباتات ذوات الفلقة الواحدة ويسبّب نشاطه استطالة السُلاميات ونموُّ البراعم في النبات. وفي الحشائش مسؤولُ عن إعادةً النموُّ السريع في الأوراق الناضجة.



يدّعى كل من الفلين والكامبيوم الفليني والقشرة الثانوية بالبشرة المحيطة



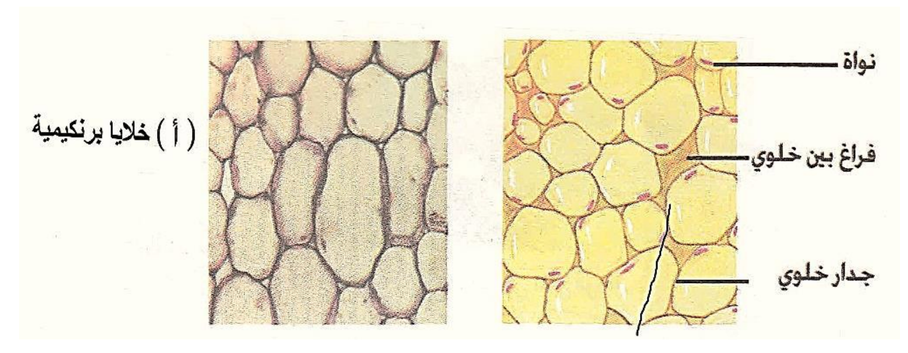
شكل (25) يوضح طبقات النمو النسيجية في النبات

ثانياً: النسيج الأساس Ground Tissue

عبارةُ عن انسجة مستديمة على شكلِّ كتل نسيجُية داخليّة في الجذور والسيقان والأوراق، وتتمثّل بالقشرة واللب والأشعة اللبية. وتكون على أنواع:

1-النسيجُ البرنكيمي (الحشوي) Parenchyma Tissues

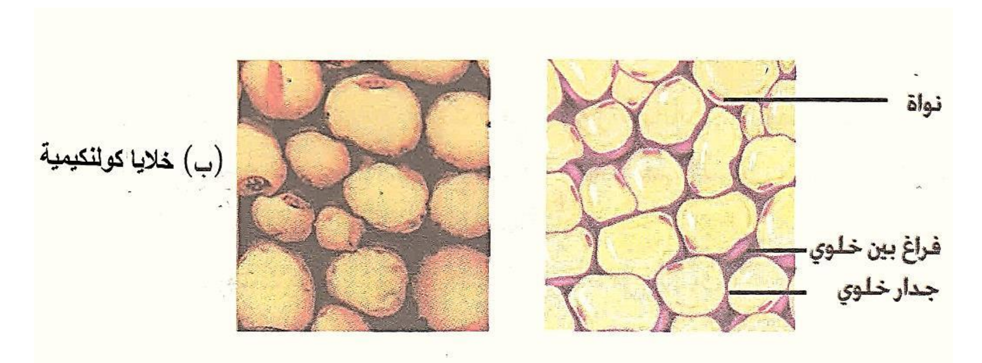
خلاياه حيّةٍ، وجدران رقيقه، ومضلعة أو بيضوية أو كرويّة، يتخللها مسافات بينية ،غير متخصّصة، لها القابلية على الانقسام، تقوم بنقل الغذاء والماء وخزن النشا والبروتين والدهون) والقابلية الانقسامية تمكّن النسيجُ من تعويض أي تلفٍ أو خدش، واذا احتوت خلايا هذا النسيجُ على بلاستيدات خضر فيُسمَّى بالنسيجُ الحشوي الأخضر Chlorenchyma الشكل (26).



شكل (26) يوضح تركيب النسيج البرنكيمي

2-النسيجُ الكولنكيمي Collenchyma Tissues

خلاياه حيّةٍ متطاولة، ومغلّظة الجدران بمادّة السّليلوز بصورةٍ غير منتظمة، تعطي الدَّعم والمرَّونة، (شكلِّ 27).



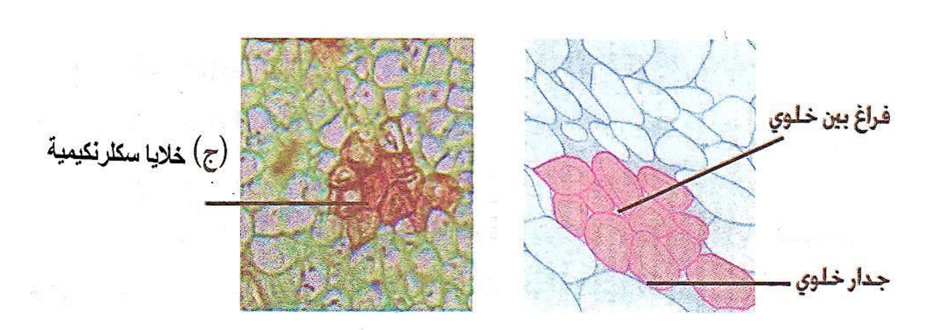
شكل (27) يوضّح تركيب النسيج الكولنكيمي

3- النسيجُ السكلِّرنكيمي Sclerenchyma Tissues

خلاياه ميتة، ومغلّظة الجدران بمادّة اللكنين، تقوم بالدَّعم والتقوية، لاحظ الشكل (28)، وتتمّثّل بنوعين من الخلايا هي:

أ- الألياف Fibers: وهي خلايا متطاولة ميتة مدببة الأطراف توجد منفردة أو على هيئة حُزمٍ بشكل أشرطة يُستخدم في صناعة الورق ، مثل ألياف القطن والكتان.

ب-الخلايا الحجرية (الصخرية) Sclerids: خلايا قصيرة جدرانها سميكة توجد منفردة أو بشكل مجاميع، وتسهم في دعم العضو الّذي توجد فيه مثل ثمّار الكُمثرى والجوافة.



شكل (28) يوضح تركيب النسيج السكلرنكيمي

2

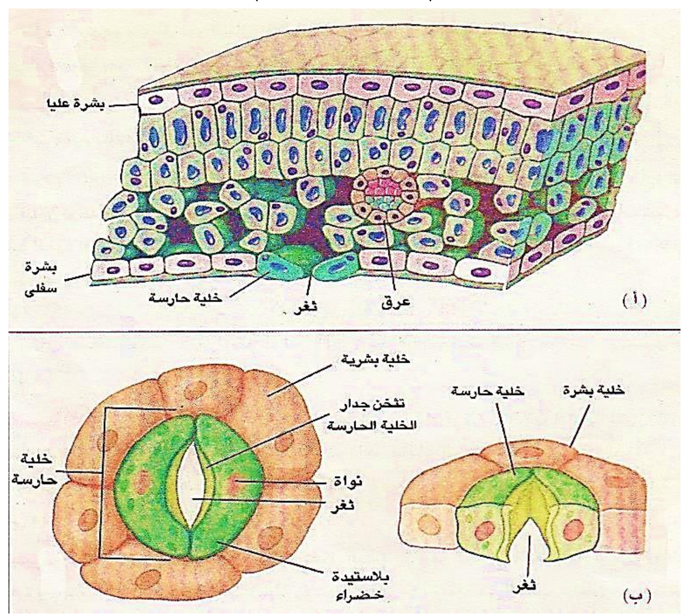
➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يصف نسيج البشرة.
- يذكر وظيفة كلٍ من: نسيج الخشب, نسيج اللحاء.
- يعرف كلا من: الخلايا المرافقة، القصيبات.
- يرسم نسيج اللحاء.

ثالثاً: نسيج البشرة Epidermal Tissues

عبارةُ عن صفٌّ وأحدُ من الخلايا المسطّحةٍ والمتراصّة تغطّي الجسم النباتي، تنعدم المسافات البينّية بين الخلايا، وتتثخّن جدرانها الخارجيِّة بمادّة شمعيّة تُسمَّى كيوتين لتكوين طبقةٍ شمعية تُعرَف باسم كيوتكلِّ، تقوم بالحماية والسيطرة على تبادل الغازات (بوساطة الثغور) وامتصاص الماء، شكلِّ (29).



شكل (29) أ- مقطع مستعرض في ورقة نباتية تتضح فيه البشرة والثغور
ب- تركيب الثغور في الورقة

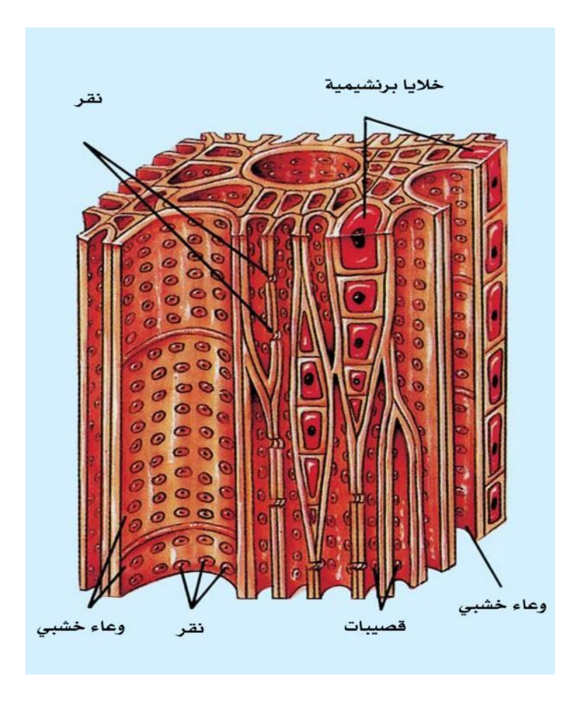
رابعاً-النسيج الوعائي Vascular Tissues

يتخصّص بنقل الماء والغذاء فضلاً عن الإسناد والدَّعم وهي انسجة تتألف من عدّة أنواع من الخلايا منها:

أ- نسيجُ الخشب Xylem Tissues

ينشأ من خلايا مرَّستيمية مستطيلة وظيفته توصيل الماء والعناصر والأملاح من التربة إلى بقيّة أجزاء النبات (الساق والأوراق) وتدعيم النبات، ويتألّف نسيجُ الخشب من العناصر الآتية، شكلِّ (30):

- أوعية الخشب Xylem Vesseles: صفٌّ من الخلايا الميتة المتراصّة طوليّاً تندمج مع بعضها لتكوّنَ وعاءً طويلاً، وتتغلّظ جدران أوعية الخشب بمادّة اللكنين، وتوجد في مغطاة البذور.
- القصيبات Tracheids: تشبه أوعية الخشب في كونها ميتة ومغلّظة بمادّة اللكنين إلاّ أنّ أطرافها مدببة، وتحتوي جدرانها على نقر تسمح بمرّور الماء، توجد في مغطاة البذور وعاريات البذور.
- ألياف الخشب Xylem fibers: خلاياها ميتة ومغلّظة باللكنين تتخللها نقر وظيفتها الدَّعم والإسناد.
- برنكيما الخشب Xylem parenchyma: خلايا مستطيلة، وقد تتغلّظ جدرانها باللكنين وتتلخّص وظيفتها في التخزين وتوصيل العصارة النباتيّة.



شكل(30) رسم تخطيطي للخشب يُوضِّح عناصره المختلفة (للإطلاع)

ب- نسيجُ اللحاء Phloem

وهو نسيجٌ يتكوّن من عدّة أنواع من الخلايا، وظيفته نقل العصارة النباتيّة ويتكوّن من، شكلٌ (31):

- **الانابيب المنخليّة Sieve Tubes**

صفٌّ من الخلايا الحيّةٍ فاقدة للنواة متراصة بعضها فوق بعض طولياً مكوّنةً الانابيب المنخليّة، وتحتوي الجدران العرضية فيها على ثقوبٍ تُعرَف بالثقوب المنخليّة Sieve pores مكوّنة الصفُّيحة النخليّة Sieve plate.

- **الخلايا المرَّافقة Companion cells**

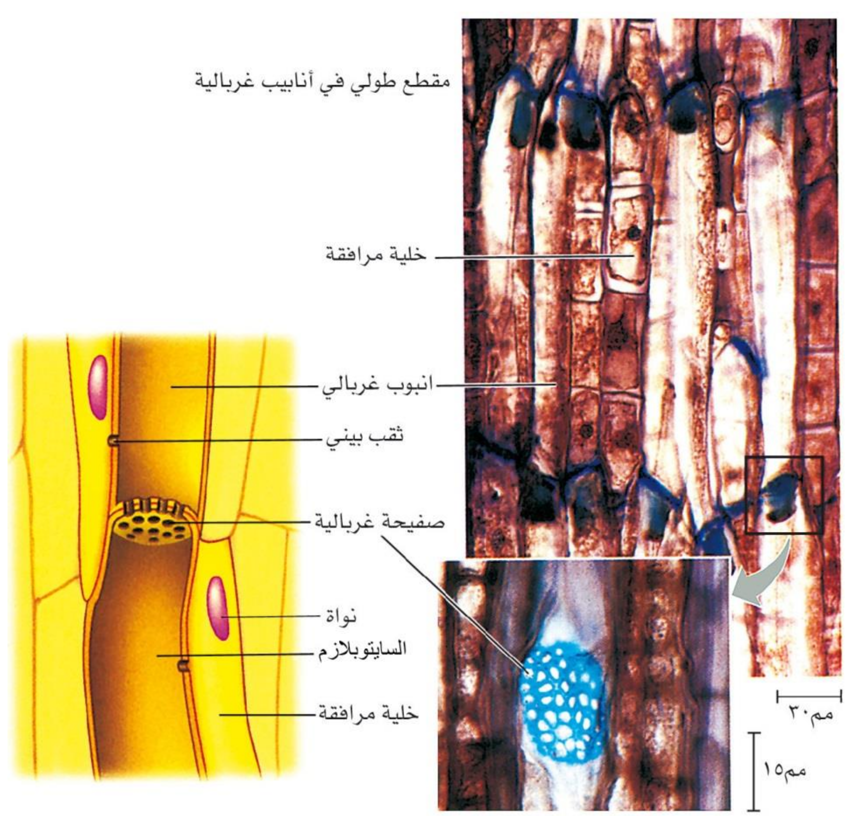
خلايا ملاصقةُ للخلايا المنخليّة، أصغرُ منها فيها نواةً وسايتوبلازم، تساعد الانابيب المنخليّة في عمليّةُ توصيل الموادَّ الغذائية.

- **ألياف اللحاء Phloem Fibres**

مفردة أو متجمّعة وتقوم بوظيفة الدَّعم والتقوية.

• برنكيما اللحاء Phloem parenchyma

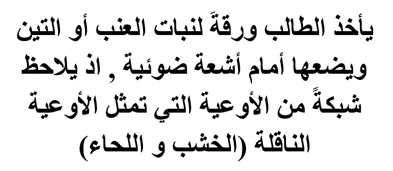
تشبه الخلايا البرنكيمية تمّيل للاستطالة تخزن الموادَّ الغذائية.



شكل(31) يوضح نسيج اللحاء (أنبوب غربالي – خلايا مرافقة)



نشاط ميداني



يأخذ الطالب ورقةً لنبات العنب أو التين ويضعها أمام أشعة ضوئية , اذ يلاحظ شبكةً من الأوعية التي تمثل الأوعية الناقلة (الخشب و اللحاء)

الأهداف

أن يكون الطالب قادراً على أن:

- يُصنّف كل من : الأنسجة الحيوانية , الأنسجة الطلائية.
- يُبيّن موقع كل من: النسيج الطلائي الحرشفي البسيط, النسيج الطلائي المكعبي البسيط, النسيج الطلائي العمودي البسيط , والنسيج الطلائي المطبق الكاذب.

الأنسجة الحيوانيّة Animal Tissues

النسيجُ هو مجموعةُ من الخلايا المتشابهة إلى حدٍّ ما ترافقها مادّة خلويّة (بينية) Intercellular قليلة أو كثيرة، وتقوم خلايا النسيجُ بوظيفةٍ خاصّةٍ.

تصنيف الأنسجة الحيوانيّة

تُصنَّف الأنسجة الحيّوانيّة إلى أربعة أنواع رئيسة هي:

1. الأنسجة الطلائيّة (الظهاريّة) Epithelial Tissues
2. الأنسجة الضامّة (الرابطة) Connective Tissues
3. الأنسجة العضليّة Muscular Tissues
4. الأنسجة العصبيّة Nervous Tissues

أولا: الأنسجة الطلائيّة (الظهارية) Epithelial Tissues

تغطّي السطوح الحرّة للجسم، ويبطن التجاويف الجسمية، خلاياها على شكلِّ صفائح مسطّحةٍ متراصةٍ بمادّة بين خلوية قليلة تستند إلى غشاءٍ (لا خلوي) قاعدي Basement membrane. تكون الغدد كالغدد الدهنية

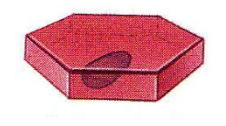
والغدد العرقية. وتُصنَّف الأنسجة الطلائية تبعاً إلى عددُ طبقات الخلايا المكوّنة لها إلى بسيطة Simple ومعقدة (مطبقةٍ) Stratified ، فالأوّلى تتكوّن من طبقةٍ واحدة من الخلايا، والثانية تتألف من أكثر من طبقةٍ من الخلايا.

1ـ الأنسجة الطلائية البسيطة Simple Epithelial Tissues

تُصنَّف هذه الأنسجة تبعاً لشكلِّ الخلايا المكوّنة لها إلى حرشفية ومكعبة وعموديّة ومطبقةٍ كاذبة.

أ. النسيجُ الطلائي الحرشفي Squamous .E.T

1- صفٌّ وأحدُ من الخلايا مضلع الشكل.
2- نواةً الخليّة مسطّحةٍ مرَّكزية الموقع.
3- يوجد في بطانة الأوعية الدّموية والفم وغشاءٍ البريتون.
4- تنجز فعل الانتشار والترشيح، شكلِّ (32).

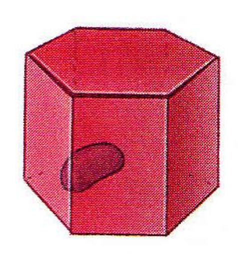




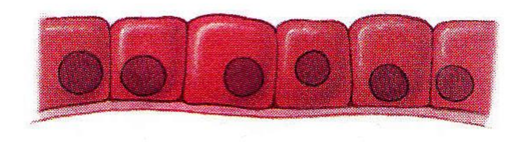
شكل (32) رسم تخطيطي لخلايا النسيج الطلائي الحرشفي البسيط

ب.النسيجُ الطلائي المكعبي Cuboidal.E.T

1. خلايـاه متُعددُة الأوجـه، وتظهـر فـي المقطـع العمـودي علـى شـكلٍ مرَّبع.
2. النواةَ كرويّة مرَّكزية الموقع.
3. يوجد في جدار النبيبات الكلِّوية، ويغطّي سطح المبيض.
4. ينجز وظائف الإفراز والامتصاص، شكلِّ (33).

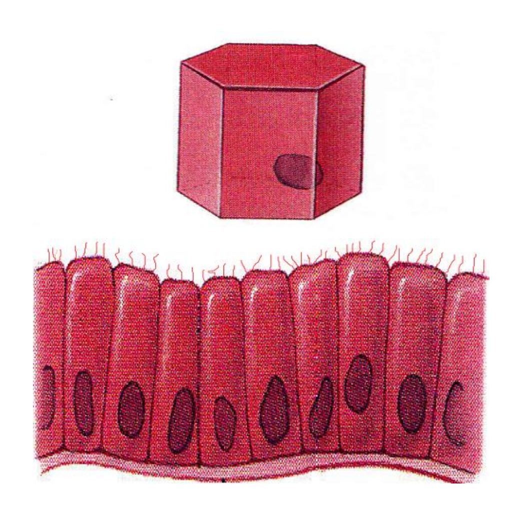


شكل (33) رسم تخطيط للنسيج الطلائي المكعبي البسيط



ج. النسيجُ الطلائي العمودي Columnar.E.T

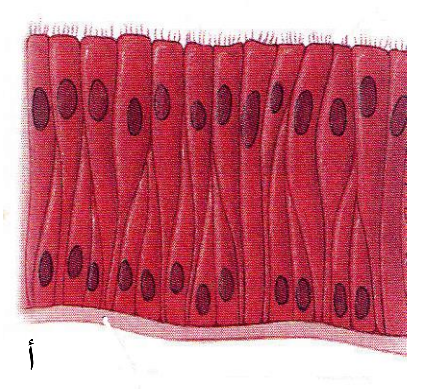
1. خلاياه طويلة، ومستطيلة في المقطع العمودي.
2. نواةً بيضوي تقع قرب قاعدّة الخليّة.
3. النوع غير المهدّب يوجد في الأمعاء الدقيقة.
4. النوع المهدّب يبطن القصيبات في الرئة وبطانة قناة فالوب.
5. تقوم بالحماية والإفراز والامتصاص، شكلِّ (34)



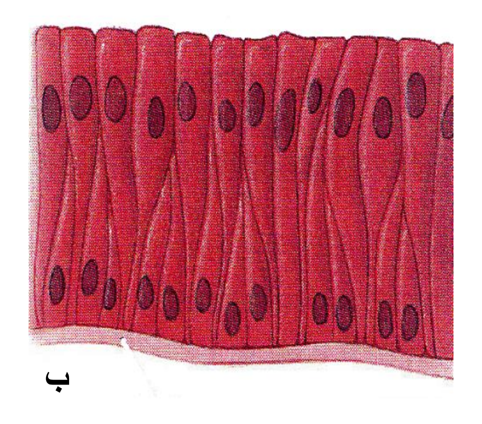
شكل (34) رسم تخطيط للنسيج الطلائي العمودي البسيط (مهدب)

د. النسيجُ الطلائي المطبق الكاذب Pseudostratified Columnar.E.T

1. للخلايا أشكال مختلفةٍ (عموديّة، ومغزليّة، وقصيرة) تستند جميعها إلى الغشاءِ القاعدي.
2. تظهر طبقيّة لكون انويتها تقع في مستويات مختلفةٍ فتُسمَّى كاذبة.
3. النوع غير المهدّب يوجد في بطانة القنوات الكبيرة للغدد اللعابية وقناة أوستاكي.
4. النوع المهدّب يبطن هذا النوع من النسيجُ الرغامي.
5. تقوم بالحماية والإفراز، شكلِّ (35).



أ



ب

شكل (35) النسيج الطلائي أ.المطبق الكاذب المهدب ب. المطبق الكاذب

4

الأهداف

أن يكون الطالب قادراً على أن:

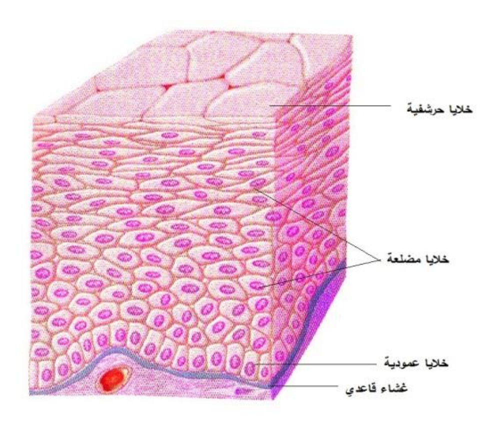
- يُصنّف الأنسجة الطلائية المطبقة.
- يُعدّد كل من: أنواع خلايا النسيج الضام , وأنواع الألياف.
- يذكر وظيفة كل من: الخلية البدينة , الأرومة الليفية , الخلية الدهنية , والخلية البلازمية.

2ـ الأنسجة الطلائية المطبقة Stratified epithelial

تُصنَّف هذه الأنسجة نسبةً إلى شكلِّ خلايا الطبقةِ السطحيّةِ فيها إلى ما يأتي:

أ. النسيجُ الطلائي المطبق الحرشفي Stratified Squamous .E.T

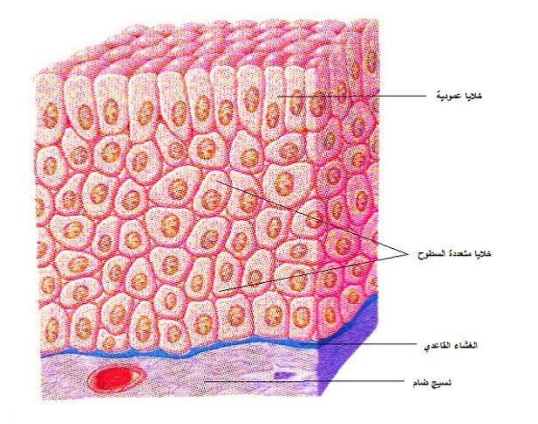
1. الخلايا القاعدية (مكعبة أو عموديّة) والوسطية (متُعددُة السطوح) والسطحيّةِ (مسطّحةٍ حرشفية).
2. يبطن هذا المرَّيء، قد تكون متقرنة (ميتة) مثل بشرة الجلد.
3. تقوم بالحماية، شكلٌ (36).



شكل (36) النسيج الطلائي المطبق الحرشفي غير المتقرن

ب. النسيجُ الطلائي المطبق العمودي Stratified Columnar.E.T

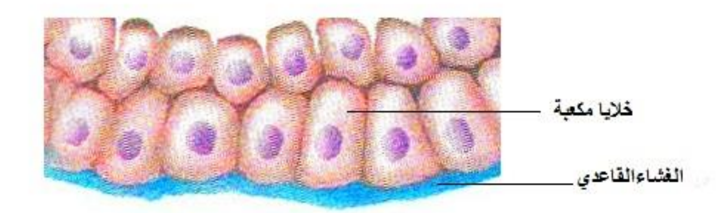
1. الخلايا القاعدية والوسطية صغيرة (متُعددُة السطوح) والسطحيّةٍ (عموديّة).
2. يوجد النوع المهدّب في النسيجُ الّذي يبطن تجويف فم الضفدع.
3. يوجد النوع غير المهدّب في منظمة العين.
4. تقوم بالحماية، شكلِّ (37).



شكل (37) للنسيج الطلائي المطبق العمودي

ج. النسيجُ الطلائي المطبق المكعبي Stratified Cuboidal.E.T

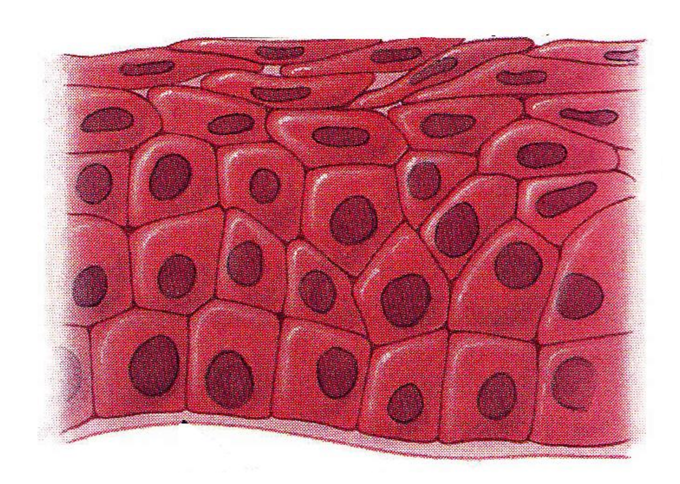
1. الخلايا القاعدية (عموديّة أو مكعبةٍ) والوسطية (متُعددُة السطوح) والسطحيّةٍ (مكعبةٍ).
2. يوجد في بطانة الغدد العرقية، وفي جزءٍ من لسان المزمار.
3. تقوم بالحماية والإفراز، شكلِّ (38).



شكل (38) النسيج الطلائي المطبق المكعبي

د. النسيجُ الطلائي الانتقالي (المتحوّل) Tramsitional.E.T

1. الخلايـا القاعديـة (مكعبـة) والوسـطية (كمثريـة متُعـددُة السـطوح) والسطحيّةٍ (كبيرةٍ ومظليةٍ).
2. له القابلية على تغيير سمكه عند الشد نتيجةً لتزحلق الخلايا على بعضها أو تغيير شكلِّها ممّا يساعد في توسّع العضو المبطّن بها كتوسّع المثانة عند الامتلاء بالبول.
3. يوجد في المثانة والحالب.
4. تقوم بالحماية والتمّدّد والانكماش دون أي تلفٍ أو تمّزّقٍ للخلايا، شكلٍّ (39).



شكل (39) مقطع عمودي في النسيج الطلائي الانتقالي



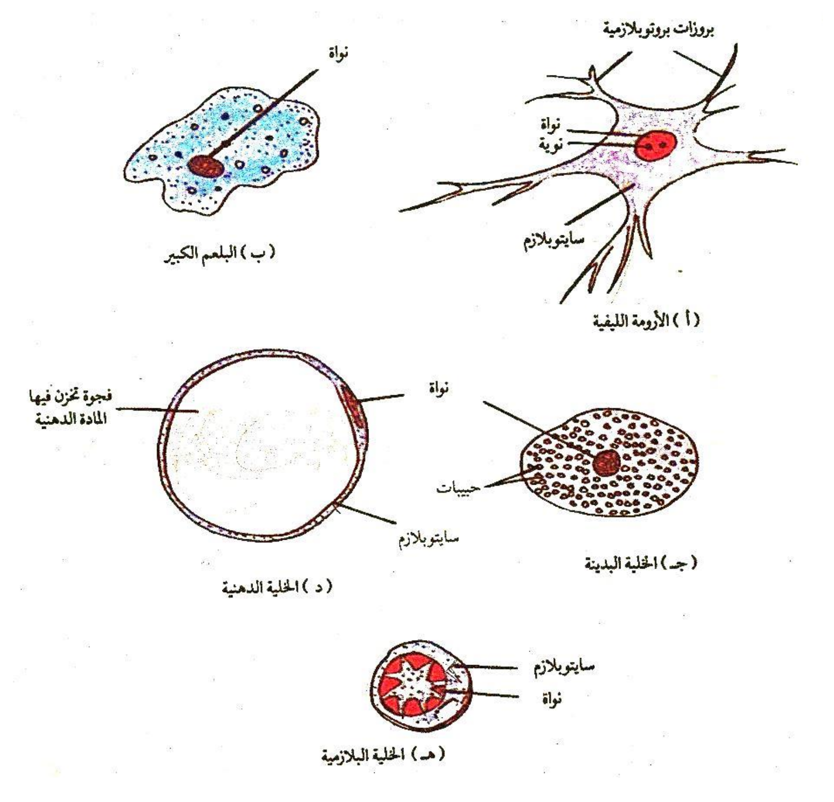
فكّر معي

ماذا تتوقع أن يحدث لو كانت بشرة الجلد تتكون من طبقة طلائية واحدة فقط؟

ثانياً: الأنسجة الضامة (الرابطة) Connective Tissues

وهي انسجة تقوم بربط وضمّ التراكيب المختلفة في الجسم، وكذلك تقوم بالإسناد والدَّعم. وتتميّز من الأنسجة الطلائية بكثرة المادّة بين الخلويّة (البينيّة) شفافة قوامها سائل أو صلب أو جيلاتيني. وتحتوي على ألياف، وخلايا النسيجُ الضام تتضمن أنواعاً متُعددُة أهمّها ما يأتي (شكلّ 40):

1. **الأرومة الليفية Fibroblast:** تتميّز هذه الخليّة ببروزاتها الطويلة المتفرعة وأنواعها الكبيرة وسايتوبلازمها المتجانسٍ، وتقوم بتوليد الألياف.
2. **البلعم الكبير Macrophage:** خليّة أميبية الشكل لها قابلية الالتهام.
3. **الخليّة البدينة Mast cell:** لها شكلٌ بيضوي. يتميّز سايتوبلازمها بامتلائه بحُبيباتٍ خاصّة أليفة للأصباغ القاعدية، تكون هذه الخليّة مادّة مانعة لتخثر الدّم داخل الأوعية الدّموية تُسمَّى الهيبارين Heparin وموادَّ أخرى تعمل على تقلص الأوعية الدّموية وتمّددها.
4. **الخليّة الدهنية Fat cell:** خليّة كرويّة الشكل كبيرة الحجم ،تخزن الموادَّ الدهنية ، نواتها مسطّحةٍ جانبية الموقع.
5. **الخليّة البلازمية Plasma cell:** خليّة صغيرة الحجم كرويّة الشكل، تتميّز بنواتها ذات الصبغتين (الكروماتين) المرَّتب على شكلٍ كتل شعاعية عند المحيّط ، تقوم هذه الخليّة بتكوين الأجسام المضادّة.
6. **الخليّة الحشوية المتوسطة Mesenchymal cell:** تشبه الأرومة الليفية في الشكل، ولكنها أصغرُ منها. تدخل هذه الخليّة في تركيبُ الأنسجة الجنينية.
7. **الخليّة الشبكيّة Reticular cell:** تشبه الخليّة الحشوية المتوسطة، وتوجد مرَّافقة للألياف الشبكيّة عادةً.



شكل (40) خلايا النسيج الضام

أمّا الألياف فتنقسم إلى ثلاثة أنواع هي:

أ. الألياف البيض المغراوية White or collagenous fibers

تتّخذ هذه الألياف شكلّ حُزمٍ متموّجة وليس لها قابلية التمّدد.

ب. الألياف الصفُّر أو المطاطة Yellow or elastic fibers

يوجد بصورة مفردة ولا يشكلّ حُزماً وتتفرع اليافه وتكون مرَّنة لها قابلية التمّدد الا انها ليست قوية كالألياف البيض.

ج. الألياف الشبكية Reticular fibers

تشبه الألياف البيض من حيّث التركيبُ ولكنها لا تكون حُزماً وتتفرع ويتشابك بعضها ببعض.

5

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يوضح بمخطط تصنيف الأنسجة الحيوانية.
- يذكر أنواع كل من: النسيج الضام المتخصص , والنسيج الضام المفكك.
- يرسم مع التأشير على الأجزاء كلا من: النسيج الضام الخلالي , الشحمي , المخاطاني , المتوسط , الشبكي , والنسيج الضام الكثيف المنتظم.

أنواع الأنسجة الضامة

تُصنَّف الأنسجة الضامة نسبةً إلى طبيعة مكوّناتها الخلويّة والموادَّ بين الخلويّة فيها إلى النسيجُ الضام الأصلي والنسيجُ الضام المتخصص.

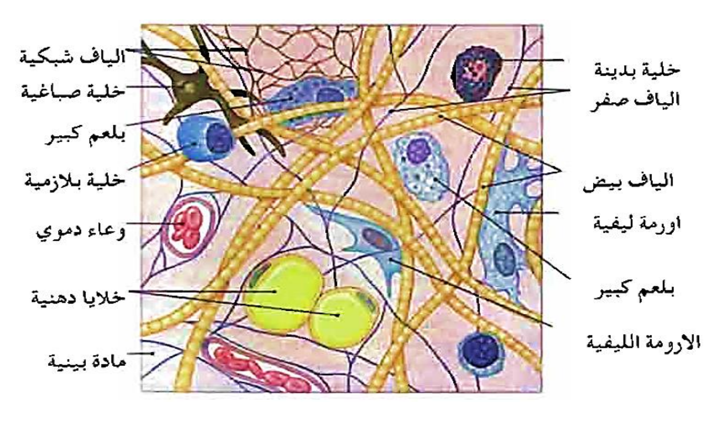
أولاً: النسيجُ الضام الأصلي Connective tissue proper

يتضمن أنواعاً مختلفةٍ من الأنسجة صنفت بالنسبة إلى ميزاتها المظهرية من حيّث الخلايا والألياف إلى المفككة والكثيفة:

1. الأنسجة الضامة المفككة Loose connective tissue

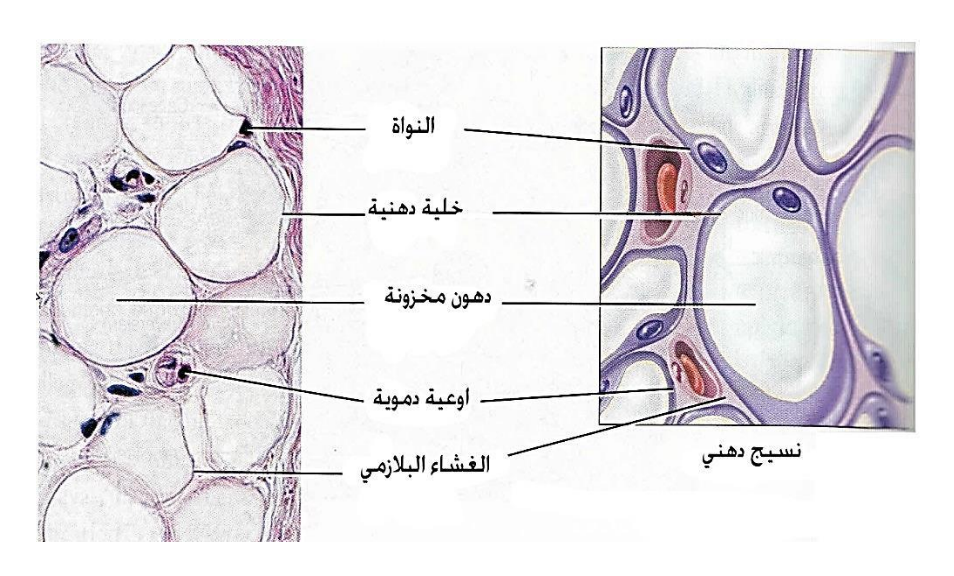
وتشمل (الهللي، والشحمي، والمتوسط، والشبكي، والمخاطاني):

أ. النسيجُ الضام الهللي (الخلالَي): يوجد تحت الجلد وبين أعضائه المختلفة. ويعتبر من أكثر الأنسجة الضامة شيوعاً. المادّة الأساس سائلة تنطمرَّ فيه الألياف البيض والصفرُّ وقليل من الألياف الشبكية ومعظم خلايا النسيجُ الضام عدا الخلايا الشبكية، شكلِّ (41).



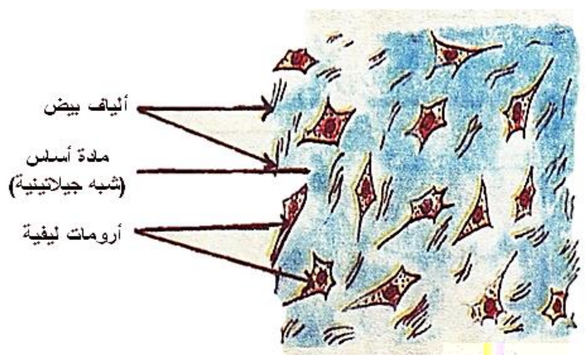
شكل (41) يوضح النسيج الضام الهللي

ب. النسيجُ الضام الشحمي: يوجد تحت الجلد ويحيّط بكثير من أعضاء الجسم. ويتكوّن من تجمعات الخلايا الدهنية الّتي تحاط بقليل من الألياف الشبكية. وتحوي قليلاً من خلايا **أرومات ليفية وبدينة وأوعية شعرية دموية**، شكلِّ (42).



شكل (42) يوضح النسيج الضام الشحمي

ج. النسيجُ الضام المخاطاني: يوجد في الحبل السري للجنين. يتألّف من مادّة أساس شبه جيلاتينية تنطمرَّ فيها الأرومات الليفية وقليل من الحُزمِ الصغيرة للألياف البيض، شكلِّ (43).

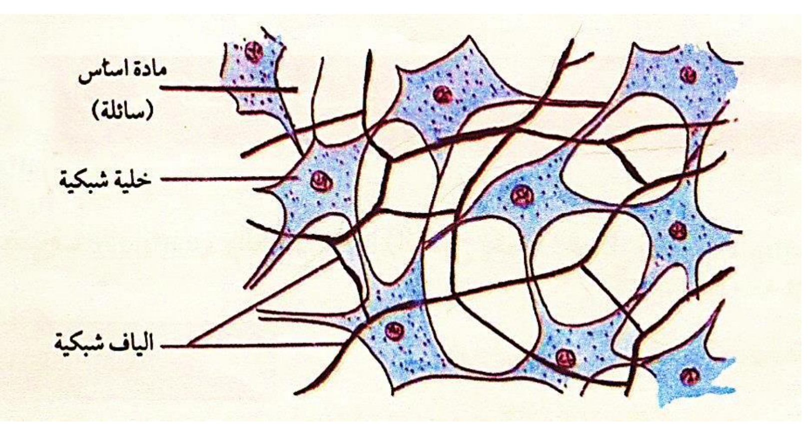


شكل (43) يوضح النسيج الضام المخاطاني

د. النسيجُ الضام المتوسط: يوجد في الجنين في مرّاحل نموّه المبكرة ثمّ يتخصّص بعد ذلك. يتألّف من مادّة بين خلوية سائلة تنطمرَّ فيها الخلايا الحشوية المتوسطة، شكلِّ (44).

شكل (44) يوضح النسيج الضام المتوسط

هـ. النسيجُ الضام الشبكي: يوجد في العقد اللمفاوية والكبد. يتألّف من الخلايا الشبكية والألياف الشبكية، والمادّة الأساس سائلة القوام، شكلِّ (45).



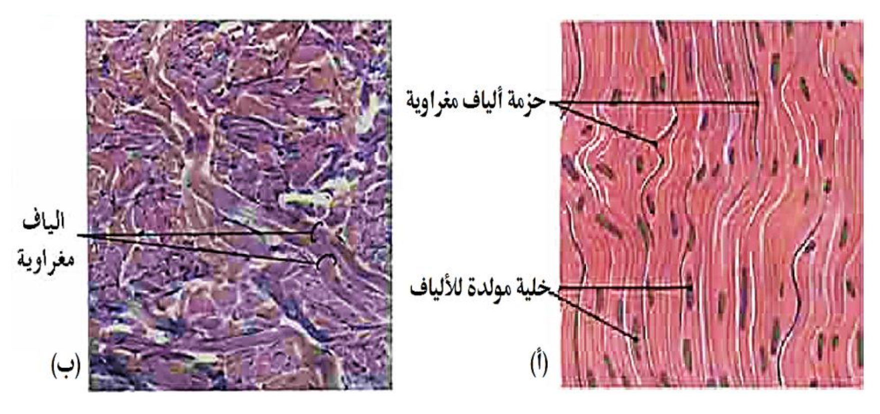
شكل (45) يوضح النسيج الضام الشبكي

2. الأنسجة الضامة الكثيفة

سمي هذا النسيجُ بالكثيف لكثافة الأليـاف فيـه ويحوي الأرومـات الليفية ويكون على نوعين الأوّل أصفرٌ تسود فيه ألياف صفرٌ توجد في الأربطة مثل الرابط القفوي للعنق، والثاني أبيض تسود فيـه أليـاف بيض، شكلّ (46) وتشمل:

أ- النسيجُ المنتظم. يوجد في الوتر.

ب-النسيجُ غير المنتظم. يوجد في أدمة الجلد.



شكل (46) النسيج الضام الكثيف (أ) المنتظم (ب) غير المنتظم

6

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: السمحاق الغضروفي , الغضروف الشفاف , جهاز هافرس , والخلايا الناقضة للعظم.
- يَرسم مع التأشير على الأجزاء كلا من: التركيب المجهري للعظم المصمت , مقطع في العظم الإسفنجي.
- يُقارن بين العظم المصمت والعظم الاسفنجي.

ثانياً: النسيجُ الضام المتخصص Specialized Connective Tissue

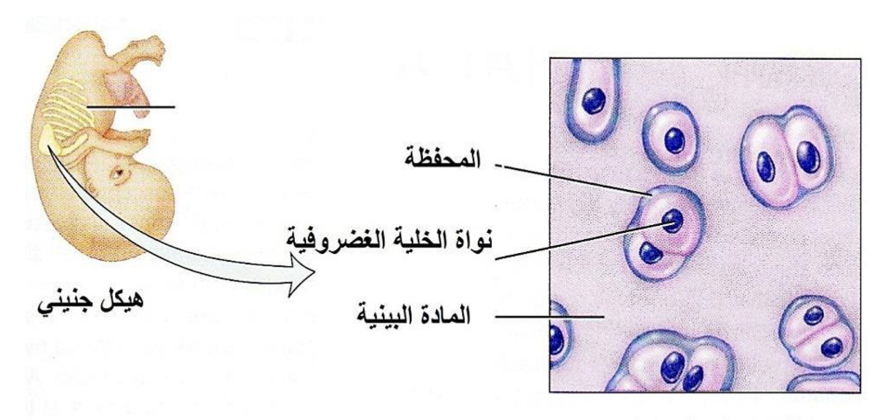
ويتضمن الغضروف والعظم، والدّم واللمف.

أ- الغضروف (Cartilage)

المادّة البينّية للنسيجُ صلدة مقاومة للضغط والشد. تحتوي المادّة بين الخلويّة على مرَكّب يُدعى المخاطين الغضروفي **Chondromucin** وهو المسؤولُ عن صلادة النسيجُ. تنطمرّ في المادّة البينّية للنسيجُ ألياف بيض دقيقة. يحتوي النسيجُ على خلايا خاصّة تُدعَى الخلايا الغضروفية **Chondrocytes** تقع هذه الخلايا ضمن فجوات **Lacunae** في المادّة البينّية بصورة منفردة أو بشكل مجاميع، شكلِّ (47).

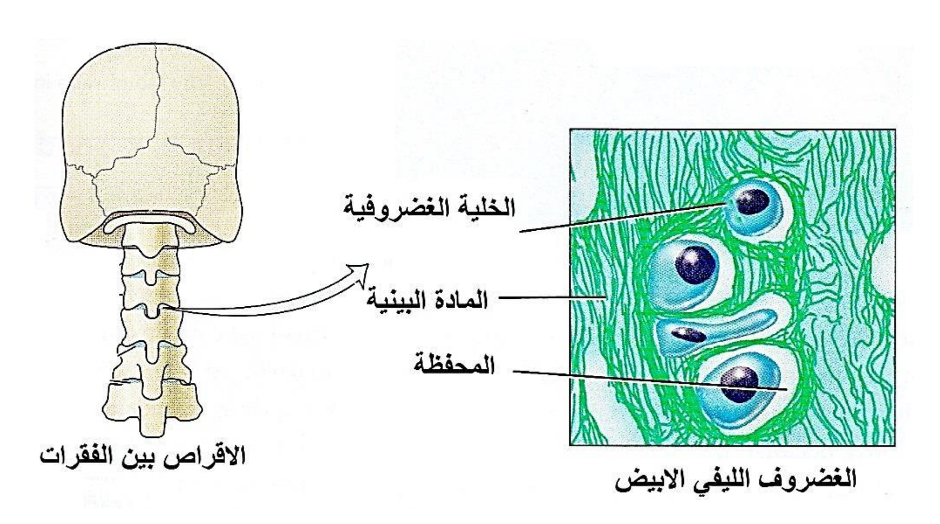
يمكن تميّيز ثلاثة أنواع من الغضاريف على وفق كثافة الأليافِ في المادّة البينّية:

1. **الغضروف الشفاف(الزجاجي) Hyaline cartilage:** يُكون هيكلِّ الجنين وغضاريف الرغامي والقصبات تبدو تحت المجهر شفافة ومتجانسةٍ لقلة كثافة الألياف فيها ويكون مغطى بسمحاق غضروفي.



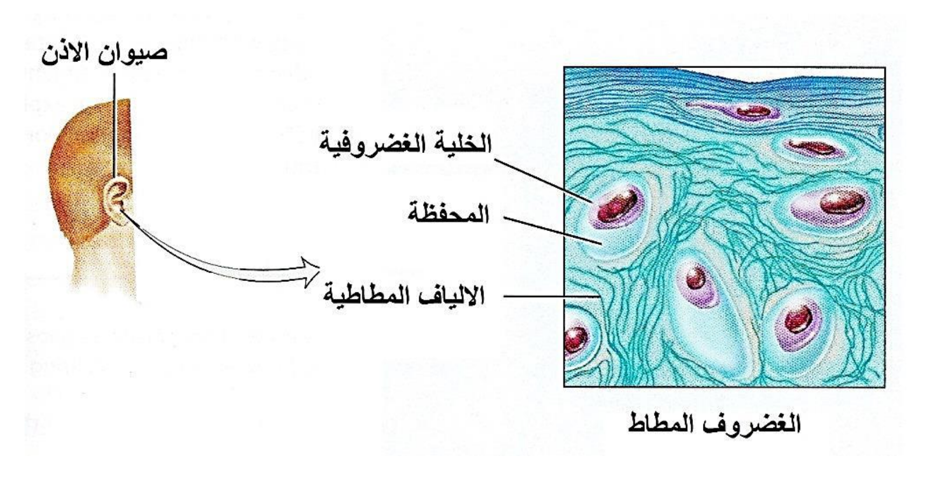
شكل (47) يوضح الغضروف الشفاف (الزجاجي)

2. الغضروف الليفي الأبيض White Fibro – Cartilage: يوجد في الأقراص بين الفقرات، ويحتوي على حُزمٍ كثيرة من الألياف البيض يمكن ملاحظتها بسهولة بالمجهر الاعتيادي ولا يغطى بسمحاق غضروفي.



شكل (48) يوضح الغضروف الليفي الأبيض

3. الغضروف المطاط Elastic Cartilage: يوجد في صيوان الأذن, تحتوي المادّة البينّية على ألياف صفرٌ وتكون مغطاة بسمحاق غضروفي[5].



شكل (49) يوضح الغضروف المطاط

ب- العظم (Bone):

نسيجُ ضام أكثر صلابة من النسيجُ الغضروفي وذلك لاحتواء مادته البينّية على نسبة كبيرة من أملاح الكالسيوم (فوسفات وكاربونات الكالسيوم) فضلاً عن الألياف البيض، يُكون هذا النسيجُ الهيكلِّ العظمي للجسم ويكون على نوعين هما المصمت والإسفنجي.

1- العظم المصمت Compact bone

صلد متمّاسك وفي عظم الفخذ يتخذ موقعاً خارجيًّاً ويُكوّن معظم القسم الوسطي للعظم والمسمى بعمد العظم. يحتل التجويف الوسطي الكبير نقيُّ العظم (نخاع العظم) Bone marrow.

---

[5] السمحاق الغضروفي Perichondrium: غلاف مكون من نسيج ضام كثيف غير منتظم يحتوي على أوعية دموية تتنافذ من خلالها المواد الغذائية إلى النسيج الغضروفي لعدم احتواء النسيج على الأعصاب والأوعية الدموية واللمفية.

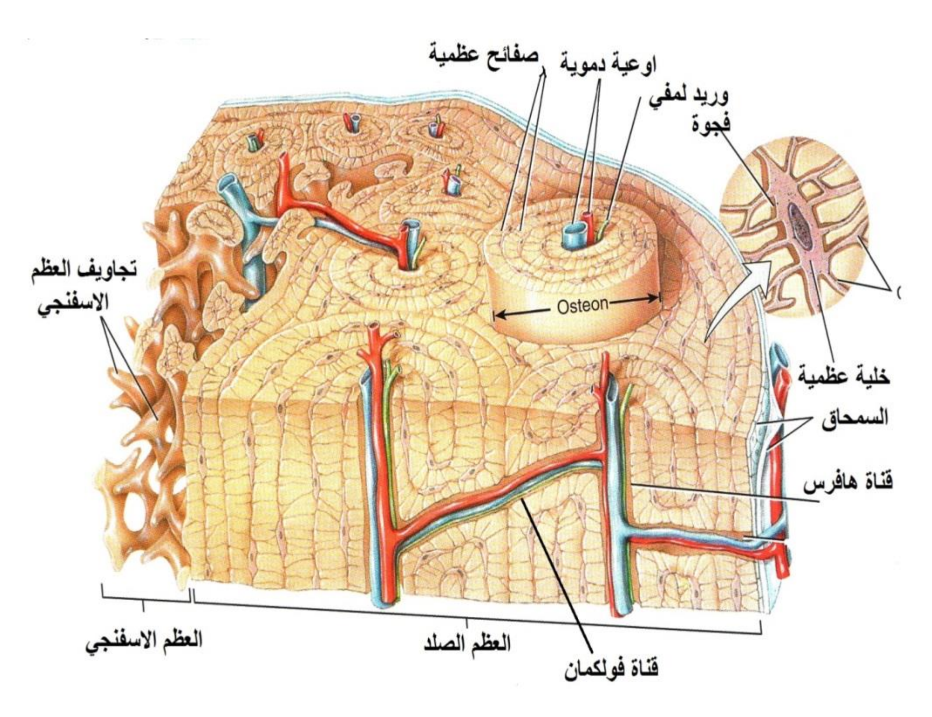
تظهر المادّة البينّية للعظم المصمت على شكلٍ صفائح عظميةٍ رقيقةٍ **Bone lamella** وتترتب على أشكال:

- الصفائح المحيّطية: توازي السطح الخارجيّ والسطح الدّاخلي للعظم.
- صفائح متحدة المرّكز: يترتب حول قناةٍ وسطيةٍ تُدعَى قناة هافرس **Haversian Canal** تمرّ منها الأوعية الدّموية والأعصاب وتكون (الصفائح العظميّة وقناة هافرس) جهاز هافرس **Haversian System**، شكلٌ (50).
- الصفائح البينّية: صفائح تملأ المسافات بين أجهزة هافرس والصفائح المحيّطية.

يحيّط العظم من الخارج السمحاق الخارجيّ ومن الدّاخل سمحاق داخلي أرق. توجد بين الصفائح العظميّة فجوات تبرز منها قنياتٌ دقيقةٌ ترتبط مع قنيات الفجوات المجاورة لها. توجد داخل كلِّ فجوةٍ خليّة عظمية **Osteocyte** وقنيات الفجوات تسمح بانتقال وتبادل الموادّ الغذائية والفضلاَت بين الخلايا العظميّة.

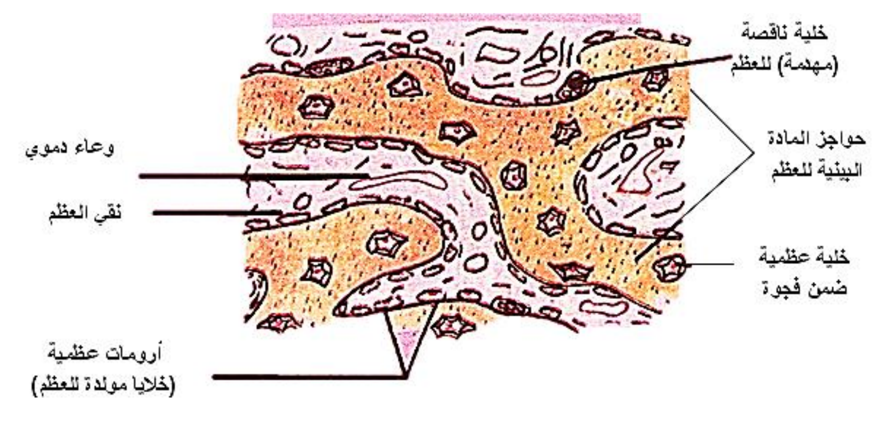
قنوات فولكمان Volkmann's Canals

قنوات مستعرضة تربط قنوات هافرس مع بعضها ومع السطح الخارجي والداخلي للعظم، أما العظم الإسفنجي فيكون موقعه إلى الداخل ويكون معظم رأسي العظم. يحتل التجويف الوسطى الكبير نقى العظم (نخاع العظم) **Bone Marrow**



شكل (50) يوضح التركيب المجهري للعظم المصمت

2- **العظم الإسفنجي Spongy Bone:** يشبه تركيبُ العظم المصمت إلّا أنّ الصفائح العظميّة (المادّة البينّية) لا تكون مرَّتبة كترتيب النسيجُ العظمي بل تكون بشكل حواجز أو عوارض Trabeculae غير منتظمة المظهر تتفرع وتلتقي فتحصر بينها فسحاً يشغلها نقيُّ العظم كما يظهر في الشكل (51), ويكون موقعه إلى الدّاخل في عظم الفخذ ويُكوّن معظم رأسي العظم.





شكل (51) يوضح مقطعاً في العظم الإسفنجي

ويحوي نوعين من الخلايا:

1- الخلايا المولدة للعظم: صفٌّ من الخلايا يحيّط سطح حواجز العظم الإسفنجي الفتي وتفرعاتها.

2- الخلايا الناقضة (المهدمة): للعظم خلايا عملاقة كبيرة الحجم عديدة النوى تقع على سطح العظم الإسفنجي في حفر خاصّة.

تحتوي المادّة البينّية على خلايا عظمية داخل فجوات الّتي تمتّد منها بروزات تربط الخلايا مع بعضها.

7

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يَذكر وظائف الدم في الإنسان.
- يُقارن بين: كريات الدم الحمر والبيض , الخلية اللمفية و الوحيدة , وبلازما الدم واللمف.
- يُوضح منشأ الصفيحات الدموية.
- يَرسم مع التأشير كريات دم الإنسان.

ج- الدّم (The Blood)

الدّم نسيجُ ضام متخصص يتألّف من (خلايا الدّم الحمرَّ، خلايا الدّم البيض، البلازما، والصفّيحات الدّموية) ويُكون ما يقارب 7-9 % من وزن جسم الانسان البالغ الّذي وزنه 70 كغم ويحتوي على5-6 لترات من الدّم، شكلّ(52).

أولاً: كريات الدّم الحمرَّ Erythrocytes (Red Blood Corpuscles)

1. العددُ: (5) ملايين في ملم^3 في دم الانسان البالغ وهي أكثر الكريات عدداً.
2. الشكل: قرصية مقعرة الوجهين عديمة النواة.
3. القطر: (8) مايكرومتر.
4. العمرَّ: (120 يوماً) تمّوت في الانسان ويعوض عنها بكريات تتكوّن في نقيُّ العظم.
5. الصبغة: هيموكلّوبين أحمرَّ اللون.
6. الوظيفة: تنفسية نقل CO_2 و O_2

توجد في السايتوبلازم صبغة خضاب الدّم (Hemoglobin) الّتي تتحد مع الأوكسجين لتكوّنَ مركّباً قلقاً هو الأوكسي هيموكلّوبين ينفصل عنه (O_2) عند وصوله إلى الخلايا فيأخذ بدله (CO_2) مكوّناً مرّكّباً قلقاً يُسمَّى كاربوكسي هيموكلّوبين.

ثانياً: كريات الدّم البيض Leucocytes (White Blood Corpuscles)

1. العددُ: (7000) في ملم^3 في دم الانسان البالغ.
2. الشكل: غير منتظم ،تحتوي على النواةَ.
3. القطر:(9–20) مايكرومتر.
4. العمرّ: (13–10 يوماً) تمّوت في الانسان ويعوض بكريات يتكوّن في نقيُّ العظم.
5. الصبغة: خالية من الصبغات.
6. الوظيفة: دفاعية تلتهم الأجسام الغريبة والبكتيريا الدّاخلة إلى الجسم.

تُصنَّف هذه الكريات على أساس التركيبُ إلى ما يأتي:

أ. كريات دم بيض حبيبية Granular leucocytes

تتمّيز بوجود حُبيباتٍ خاصّة في السايتوبلازم، وتتضمن ثلاثة أنواع تبعاً لألفة حُبيباتِها السايتوبلازمية للأصباغ شكلِّ (51) وهي:

1. الكرية العَدِلة Neutrophil: أكثر الكريات البيض نسبةً في الدّم، نواتها متُعددُة الفصوص متصلة مع بعضها بخيوطٍ (كروماتينية) دقيقةٍ. الحُبيباتِ في السايتوبلازم صغيرةً ودقيقةً وكثيرةً العددُ وتكون معتدلةً بالنسبة لألفتها للأصباغ الحامضية والقاعدية.

2. الكرية الحَمِضة Acidophil: نسبتها قليلة في الدّم وتتميّز نواتها بانها ذات فصين عادةً أمّا حُبيباتِ السايتوبلازم فكبيرة ومتجانسةٍ في الحجم وتألف الأصباغ الحامضية.

3. الكرية القَعدّة Basophil: أقلّ كريات البيض نسبةً في الدّم. نواتها غير منتظمة الشكل أو تكون على شكلِّ حرف (S) أمّا حُبيباتِ السايتوبلازم فيها فكثيرة وعديدة ولكنها غير متجانسةٍ بالحجم. تكون هذه الحُبيباتِ أليفة للأصباغ القاعدية.

ب. كريات دم بيض لا حبيبية Agranular Leucocytes

تتميّز بان السايتوبلازم فيها خالٍ من الحُبيباتِ، وهي على نوعين:

1. الخليّة اللمفية Lymphocyte: وهي أصغر الكريات البيض يقارب في قطرها الكرية الحمرَّاء. نواتها كرويّة عادةً وتمّلأ الخليّة إلاّ طبقةٍ رقيقة من السايتوبلازم عند المحيّط.

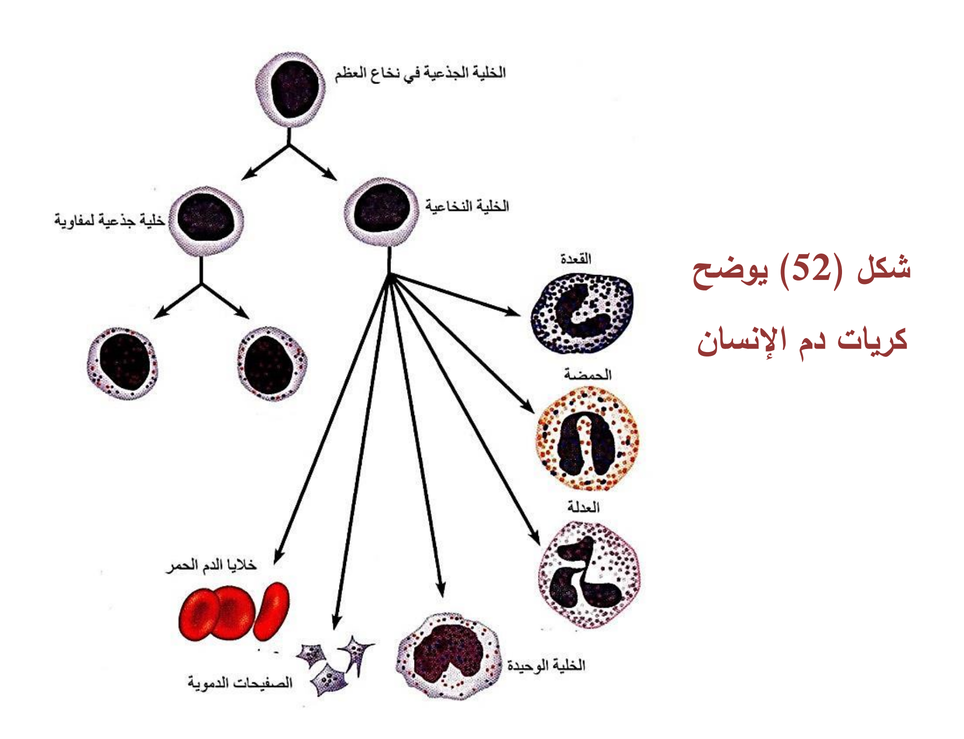
2. الخليّة الوحيّدة Monocyte: أكبر الكريات البيض قطراً وتتميّز بنواةً كبيرة كرويّة أو بيضوية الشكل.

ثالثا: الصفُّيحات الدّموية Blood Platelets: توجد في دم اللبائن.

1. العددُ: (250) الف في ملم ^{3} في دم الانسان البالغ.
2. الشكل: أقراص كرويّة أو بيضوية عديمة النواةَ.
3. القطر:(2–4) مايكرومتر.
4. العمرَّ: (7–10 أيام) تموّت في الانسان ويعوض عنها بكريات تتكوّن في نقيُّ العظم.
5. الصبغة: خال من الأصباغ.
6. الوظيفة: تقوم بتحرير انزيم مهمّ في تخثر الدّم وتعمل على سد منطقة الجرح بالتصاق بعضها ببعض يمنع خروج الدّم.

رابعا: بلازما الدّم Blood Plasma

يمثل بلازما الدّم المادّة البينّية لنسيجُ الدّم، وهو سائل لونه أصفرٌ فاتح يمكن الحصول عليه بترشيح الدّم ونسبته في الدّم بحدود (55 %) ويكوّن الماء نحو (90 %) منه و (10 %) هي بروتينات وهورمونات وانزيمات وأملاح لا عضوية وكلّوكوز وغيرها.



شكل (52) يوضح كريات دم الإنسان

د. اللمف (The Lymph)

سائلٌ شفافٌ مشتقٌ من بلازما الدّم، إذ يترشح من خلالَ جدران الأوعية الدّموية الشعرية إلى الفسح بين خلايا الأنسجة، يشبه البلازما في التركيبُ إلّا أنّ محتواه البروتيني أقلّ، يجري اللمف في أوعية الجهاز اللمفاوي ابتداءً من الأوعية اللمفية الشعرية الّتي تكون مغلقة النهاية، يحتوي اللمف على خلايا لمفية وهذه تختلفٍ نسبتها فيه تبعاً لعددُ العقد اللمفية الّتي يمرَّ فيها والّتي تقع في طريق الأوعية اللمفية.

8

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: النسيج العظمي , الاقراص البينية , المحور العصبي ,عقدة رانفير , والعصب.
- يُقارن بين كلٍ من: العضلات الهيكلية والملساء ,التشجرات والمحاور , الألياف العصبية النخاعينية واللا نخاعينية.
- يَرسم مع التأشير على الأجزاء: أنواع النسيج العضلي ,وجسم الخلية العصبية.

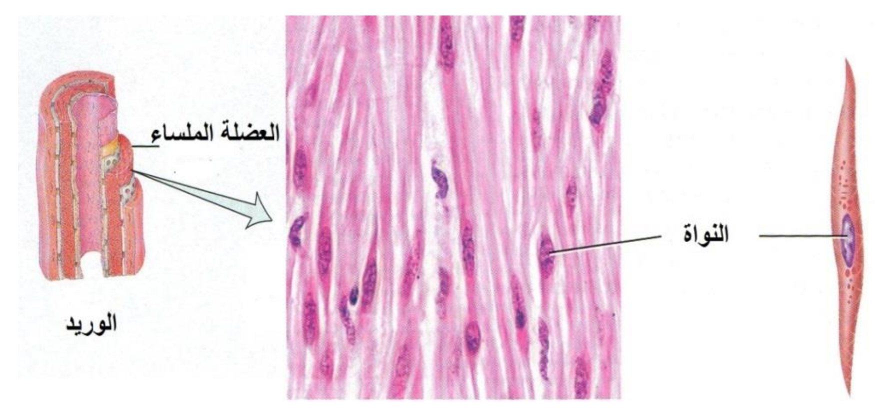
ثالثا: الأنسجة العضليّة (Muscular Tissues)

مسؤولُ عن حركة الأعضاء المختلفة في الجسم بسبب قابلية خلاياه على التقلص لاحتواء سايتوبلازم هذه الخلايا على اللييفات العضليّة **Myofibrils**، شكلِّ (53).

تُسمَّى الخلايا العضليّة بالألياف العضليّة **muscle fibers** لطولها ونحافتها وتتجمّع الخلايا على شكلِّ حُزمٍ أو صفُّائح مكوّنة العضلات **muscles** للانسان. والعضلات ثلاثة أنواع هي:

أ ـ العضلات الملساء Smooth Muscles

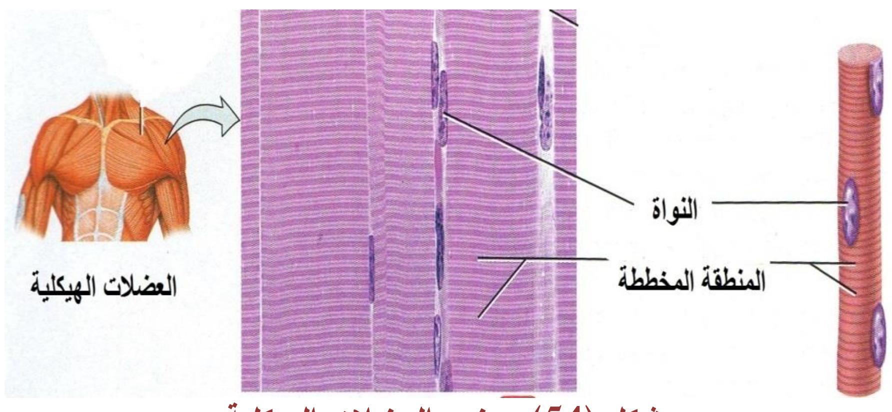
يوجد في جدران القناة الهضمية والأعضاء التنفسية والأوردة وهي تعمل لاإرادياً، الخلايا مغزلية الشكل مستدقة النهايات وتحتوي الخليّة على نواةً واحدة بيضوية طويلة وسطية الموقع, ويحتوي السايتوبلازم العضلي **Sarcoplasm** على اللييفات العضليّة الّتي تكون بشكل خيوطٍ دقيقةٍ لا يظهر عليها أي تخطيطٍ عرضي، وللخليّة غشاءٍ عضلي.



شكل (53) يوضح العضلات الملساء

ب- العضلات الهيكلية Skeletal Muscles

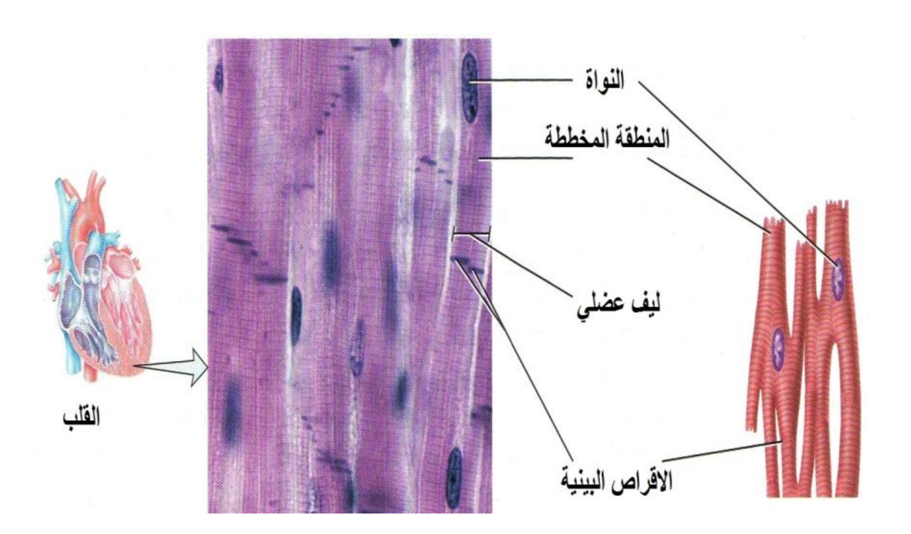
سميت بهذا الاسم لانها ترتبط بالهيكلِّ العظمي، وتتميّز خلاياها أو أليافها بطولها الفارع وتكون إسطوانية الشكل مستدقة النهايتين متُعددُة النوى. تقع النوى عند محيّط الليف، يحاط الليف بغشاءٍ يُدعى الغشاءِ العضلي **Sarcolemma** يحتوي السايتوبلازم العضلي على عددُ كبير من الليفات العضليّة الممتدة على طول الليف والموازي بعضها بعضاً، ويتميّز الليف العضلي الهيكلّي بتخطيطٍ عرضي، إذ تظهر فيه مناطق غامقة وآخرَى فاتحة، ممّا يعطي الليف مظهراً مخططاً ولذلك يُسمَّى بالعضلات المخططة، تقوم بعملها تحت سيطرة إرادة الفرد لذا تُسمَّى بالعضلات الإرادية.



شكل (54) يوضح العضلات الهيكلية

جـ العضلات القلبية Cardiac Muscles

توجد في جدار القلب، تكون الخلايا أصغر وأقصر طولاً من الألياف العضليّة الهيكلّية وتتميّز بتفرعها والتقاء تفرعاتها، تحتوي على نواةً واحدة وسطية الموقع، وتحتوي الخليّة على لييفات مخططةٍ عرضياً كالخليّة العضليّة الهيكلّية لذا فهي مخططة وتعمل لاإرادياً، ترتبط الخلايا العضليّة بعضها ببعض عند نهاياتها بمناطق متخصّصة من أغشيتها البلازمية، تُعرَف بالأقراص البينّية Intercalated discs تظهر هذه الأقراص تحت المجهر الاعتيادي على شكلِّ شرائط غامقة اللون ومتدرجة باتّجاه عرض الليف، للّيف العضلي القلبي غشاءٍ عضلي أرق من الغشاءٍ العضلي للّيف العضلي الهيكلّي.



شكل (55) يوضح العضلات القلبية

رابعا: الأنسجة العصبية (Nervous tissues)

انسجة لها القدرة على نقل السيلات العصبيّة **Nervous impulses** في الجسم ولمسافات بعيدة. أنّ الوحدة التركيبُية المسؤولُة عن هذه الوظيفة هي الخليّة العصبيّة أو العصبة **Neuron**، يسندها نوع آخرَ من الخلايا تعود للنسيجُ العصبي لكنها لا تقوم بوظيفةٍ عصبيةٍ، تُعرَف بخلايا الدبق العصبي **Neuroglia** وهي تشكلِّ القسم الأعظم إذ أنّ كلِّ خليّة عصبيةٍ يقابلها (50) من خلايا الدبق العصبي وهي تشغل أكثر من نصفُّ حجم الدّماغ، وظيفتها إسناد الخلايا العصبيّة وابتلاع البكتريا والفتات الخلويّ.

وتتألف الخليّة العصبيّة أو العصبة **Neuron** من ثلاثة أجزاء، شكلِّ (56):

أ- جسم الخليّة Cell Body

ويمثل الجزءِ المتسع من العصبة ويحتوي على السايتوبلازم والنواةً تحوي نويةً واضحةً، ويحتوي السايتوبلازم على لييفات عصبية **Neurofibrils** وحُبيباتٍ نسل **Nissl's Granules** الّتي تمثّل مرّاكز لتجمع البروتين، فضلاً عن المحتويات الحيّةٍ أخرى الّتي توجد في باقي الخلايا.

ب- التشجرات Dendrites

وهي نتوءات أو بروزات من جسم الخليّة توصل الحوافز العصبيّة إلى جسم الخليّة.

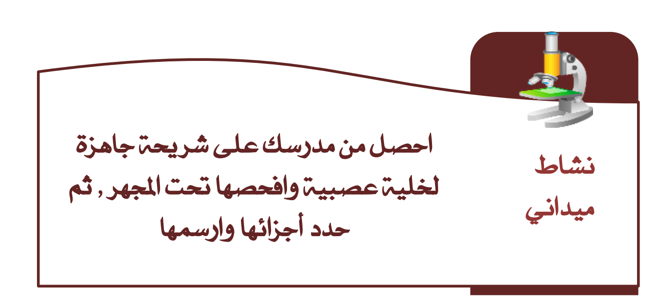
ج- المحور Axon

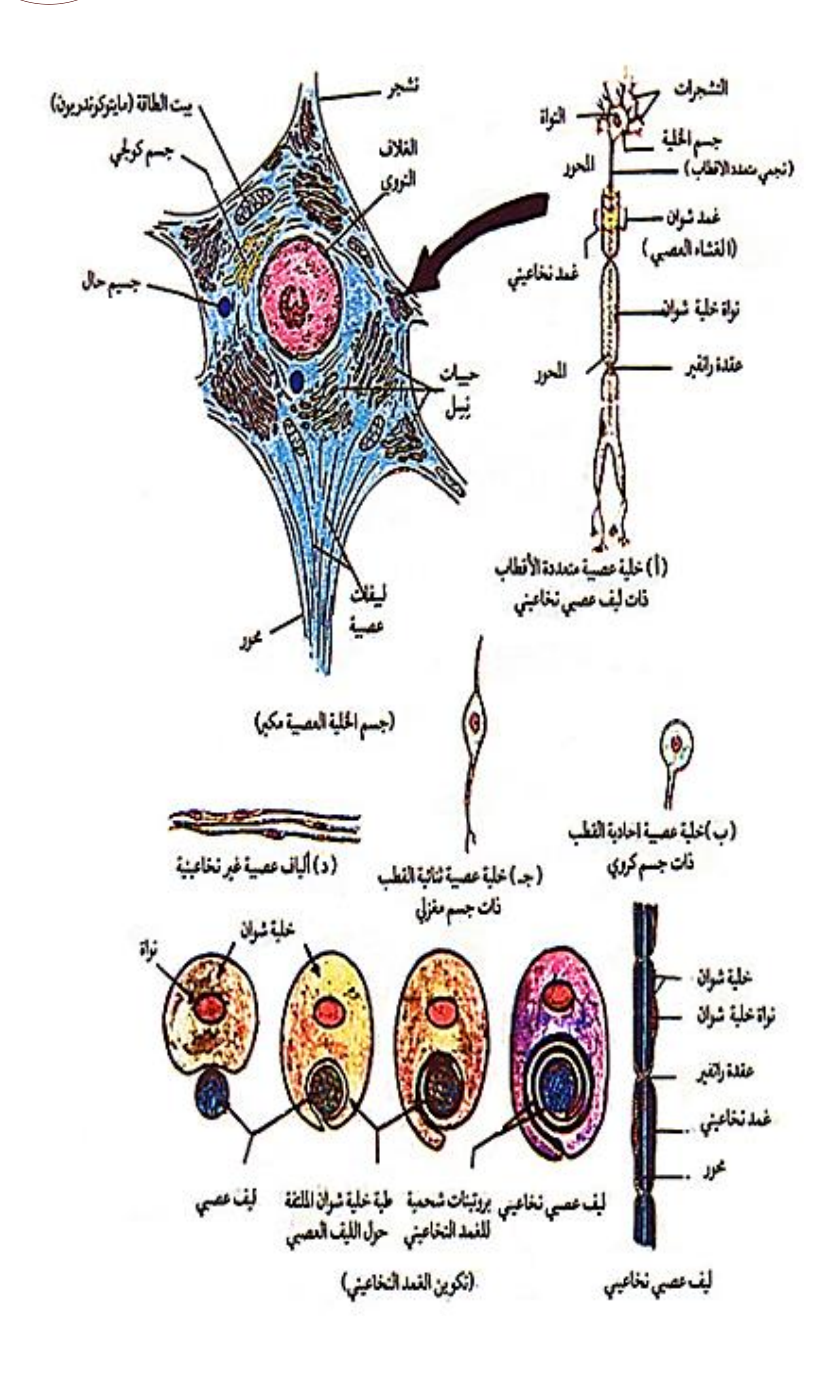
وهي بروز ينقل الحوافز العصبيّة بعيداً عن جسم الخليّة، والمحور قد يحاط أو لا يحاط بغلاف نخاعيني، يكون المحور طويل ومفرد، ويعتمّد

شكلِّ جسم الخليّة على عددُ البروزات الممتدة منه مثل الكروي ذي بروز وأحدُ فتُدعَى الخليّة أحاديّة القطب أو المغزلي ذي بروزين، فتُدعَى الخليّة ثنائية القطب أو النجمي الشكل متُعددُ البروزات فتُدعَى الخليّة متُعددُة الأقطاب، شكلِّ (56).

الألياف العصبيّة

تحاط الألياف بخلايا خاصّةٍ تُدعَى خلايا شوان قد يلتف قسمٌ كبيرٌ من الغشاءِ البلازمي لهذه الخلايا حول المحور مرَّاتٍ عديدةٍ أثناء مرَّاحل النموُّ الجنيني فتتكوّن عدّة طبقات من الغشاءِ البلازمي مكوّنةً غلافاً سميكاً حولها هي الغمد النخاعيني **Myelin sheath** يكون الجزءِ المتبقي من الخليّة مع نواتها خارج هذا الغمد غلافاً آخرَ يُدعى غمد شوان، لا يمتد الغمد النخاعيني على طول الليف بل يتقطع بين مسافة وآخرَى، وتُدعَى مناطق القطع هذه بعقدة رانفير **Nodes of Ranvier** وتتجاور فيها خلايا شوان. يُطلق على مثل هذه الألياف بالألياف العصبيّة النخاعينية، أمّا الألياف العصبيّة الّتي يكون غمدها النخاعيني رقيقاً جداً وغير متميّز فتُدعَى الألياف اللا نخاعينية، أنّ مجموع الألياف العصبيّة يكون العصب **Nerve**.





شكل (56) يوضح الخلايا والألياف العصبية



أسئلة الوحدة الثانية

أولا: املأ الفراغات في الجمل الآتية بما يناسبها من المصطلحات أو العبارات

1. تنقسم الأنسجة النباتيّة وفق قدرتها على الانقسام إلى نوعين هي: .... و.............
2. يصنّف النسيجُ الضام الأصيل على وفق كثافة محتوياته إلى .... و ....
3. توجد خلايا النسيجُ الظهاري المطبق المكعبي في ....
4. يتكوّن نسيجُ الخشب من عناصر مختلفةٍ في التركيبُ والوظيفة هي: .... و .... و .... و ....
5. يتحد الأوكسجين مع صبغة الهيموغلوبين مكوّناً مرَّكّباً ....
6. تكون خلايا الدّم البيض الحبيبية على أنواع ثلاثة هي .... و .... و ....

ثانيا: بيّن موقع كلّ من الأنسجة الآتية

1. نسيجُ طلائي مطبق حرشفي متقرن.
2. نسيجُ طلائي بسيط عمودي.
3. نسييج ضام متوسط.
4. نسيجُ ضام مخاطاني.
5. نسيجُ غضروفي مطاط.

ثالثا: عددُ الأنسجة الانشائية مع ذكر موقع كلِّ نسيجُ.

رابعا: اذكر أنواع الأنسجة الطلائية المطبقةٍ مع ذكر موقع كلِّ نسيجُ.

خامسا: ارسم مع التأشير على الأجزاء كلًا من ممّا يأتي

1. تركيبُ الثغور في الورقة.
2. نسيجُ اللحاء.
3. نسيجًاً غضروفياً شفافاً.
4. نسيجًاً عظمياً مصمتاً.
5. نسيجًاً ضاما شحمياً.

سادسا: عرّف بأسلوبك الخاصّ المفاهيم الآتية

الخلايا المرَّافقة، الأرومة الليفية، السمحاق الغضروفي، جهاز هافرس، الخلايا الخثرية، غمد شوان، حُبيباتِ النسل.

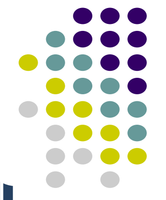
سابعا: أذكر الفرق بين

1. الألياف الصفُّر والألياف البيض.
2. الألياف العضليّة الهيكلّية و الألياف العضليّة القلبية.
3. التشجرات والمحاور.
4. النسيجُ الكولنكيمي والنسيجُ السكلّيرنكيمي.
5. الألياف والخلايا الحجرية (الصخرية).

ثامنا: عددُ خمسة أنواع من خلايا النسيجُ الضام، وأذكر أهمّية ثلاثة منها.

الوحدة الثالثة

التكــــــاثـــــر Reproduction

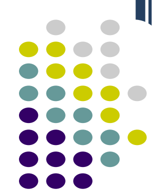


المحتوى

عدد الدروس

18





الأهداف السلوكية

بعد انتهاء الطالب من دراسة هذه الوحدة يُتوقعُ منه أن يكون قادرا على أن:

.1	يُعرّف: انبوب اللقاح, عامل الخصوبة, زراعة الأنسجة, البوغ الزيجي, التلقيح الخلطي
.2	يُعلّل: • توضع الرواشح بين المخلوقات الحيّة وغير الحيّة • لجوء المزارعين إلى وسيلة التكاثر الخضري • عدم حدوث نقصان في المادّة الوراثية للخليّة المعطية بعد الاقترانِ
.3	يرسم مؤشراً على الأجزاء: • تركيبُ الراشح • الطور البوغي الناضج لسرخس البوليبوديوم • مراحل نضج الانبوب اللقاحيّ
.4	يُعدّدُ: • طرائق التكاثر الخضري في النباتات مع الأمثلة • فوائد الزراعة النسيجيُة • أجزاء الزهرة الأنموذجية
.5	يشرح: • التكاثر اللاجنسي في البراميسيوم • خطوات الزراعة النسيجيُة
.6	يقدّر عظمة الخالق سبحانه وتعالى كيف انه أبدع سرّ استمرار الحياة في مخلوقاته جميعها

1

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: التكاثر اللاجنسي ، والرواشح.
- يشرح مراحل دورة التحلل في الرواشح.
- يُبين كلا من: التكاثر في الرواشح، وتركيب راشح البلعم البكتيري.
- يرسم تركيب راشح البلعم البكتيري.

المقدمة

من سُنن الله في هذه الحيّاة استمرّار المخلوقات الحيّة على سطح الأرض وتغييرها بإذنه من شكلٍ إلى آخرَ أكثر تعقيداً, فجعل من خصائصها القابلية على التكاثر لتُخلَق أزواج جديدة مشابهة للأبوين. لهذا لا تُعدُّ أعضاء التكاثر ضرورية بالنسبة للفرد نفسه بقدر أهمّيتها للأجيال المستقبلية على عكس أعضاء أخرى إذا انتُزِعت قد تؤدي إلى موت الفرد كأعضاء التنفس والتّغذية. ويُعرف التكاثر بانه انتاج أفراد جديدة من النوع نفسهِ تشبه الأبوين لحفظ نوع المخلوق الحيّ, وهذه سنة الله تعالى في المخلوقات.

أنواع التكــاثــر

تختلفٍ عمليّـةُ التكاثر من نـوع إلـى آخرَ, ولكن يمكن تمّييز نـوعين رئيسين هما : التكاثر اللاجنسي و التكاثر الجنسيّ.

أولا: التكاثر اللاجنسي (Asexual Reproduction)

نقصد به (يتحوّل جزءٍ من المخلوق (خليّة أو أكثر) إلـى مخلوق مستقل جديد وهذه العمليّةُ تتطلّب أباً وأحداً ولا ضرورة للخلايا الجنسيّة (أمشـاج) فيهمـا. ويتمّ التكاثر اللاجنسي في المخلوقات الحيّةٍ بطرائق متنوعةٍ منها الانقسام الثنائي البسيط (الانشطار)، والتبرعم وتكوين الأبواغ والتقطيع والتكاثر الخضري.

ثانيا: التكاثر الجنسيّ (Sexual Reproduction)

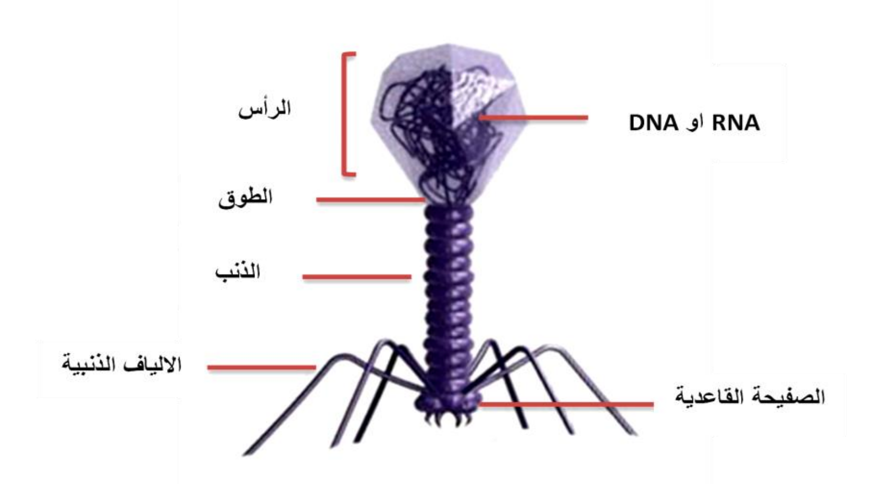
وهـي عمليّـةُ اتّحـاد نـواتي النطفـة والبيضـة بعمليّـةُ تُـدعَى الإخصـاب Fertilization. ويتكوّن من هذا الاتّحاد الزيجة أو الزايكوت (Zygote) البيضة المخصبة الّتي تحتوي العددُ الكامل من للكروموسومات وهي تُعدُّ أول خليّة جنينيةٍ تصبح بالانقسام والتكوين والنموُّ مخلوقاً جديداً. وفيما يأتي إيجاز لعمليّةُ التكاثر في مجاميع الأحيّاء المختلفة.

التكاثر في الرّواشح

الرّواشح (Viruses) مخلوقات صغيرة جداً لا يمكن مشاهدتها إلّا بالمجهر الإلكتروني، وهـي تقـع بـين المخلوقـات الحيّـةٍ وغيـر الحيّـةٍ فـي تصـنيف المخلوقات، لقدرتها على التكاثر والنموُّ داخل الخليّة الحيّةٍ للمخلوقات ولكنها تفقد هذه القدرة خارجها والسبب فـي ذلك عدمُ امتلاكها الأجهزة الإنزيمية الضرورية للتنفس وبنـاء البروتين أو تضاعف الحامض النـووي (DNA) وتسبب أمرّاضاً عديدة في الحيّوانات والنباتات المختلفة.

ويمكن إيجاز عمليّةُ تكاثر الرّواشح من خلالَ ما يحصل في سلسلة الرّواشح الّتي تهاجم نوعاً من البكتيريا تُدعَى بكتيريا القولون (Escherichia Coli) ويُعرف هذا النوع من الرّواشح بالبلعم البكتيري (Bacteriophage).

ويتركّب من الحامض DNA أو الحامض RNA محاطةً بغطاءٍ بروتيني ويتألّف من منطقتين هما: الرأس والذّنب. وتلتفُّ جزيئة الحامض النووي DNA في داخل الرأس ويتزود الذّنب بألياف دقيقةٍ.



شكل (57) يوضح تركيب راشح البلعم البكتيري

يحصل التكاثر في هذا الراشح من خلالَ دورتين:

آ – دورةُ التحلّل: وتشمل:

- **مرَّحلة التمّاس**

يقترب الراشح من البكتيريا ويصبح بتمّاسٍ معها، فتلتصق الألياف الموجودة في ذَنَبِهِ بمواقع خاصّةٍ على الجدار الخلويّ للمضيف (البكتيريا).



- **مرَّحلة الحقن**

يفرز ذنب الراشح أنزيماً له القدرة على إضعاف الروابط الكيميائية لجدار البكتريا في منطقة الالتصاق, ومن ثمّ تكوين ثقب يدخل خلالَه DNA الراشح إلى داخل البكتريا.

- **مرَّحلة البناء**

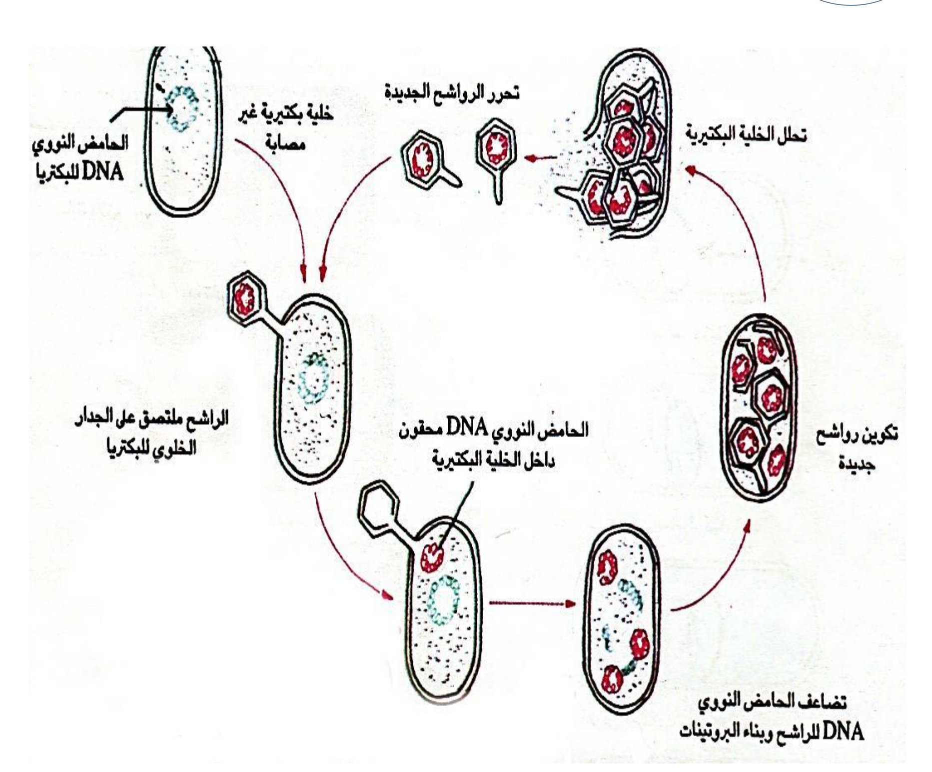
بعد دخول DNA الراشح يبدأ باستنساخ mRNA الراشحيّ اللازم لبناء انزيمات تحليل DNA و mRNA البكتيريا, وبعدها تصبح الآلية البكتيرية لتكوين البروتين وانتاج الطّاقة تحت سيطرة DNA الراشح, وتوجه التعليمات الوراثّية من DNA الراشح إلى المضيف لتكوين حامض نووي وبروتينات راشحيّةٍ جديدة.

- **مرَّحلة الانضاج**

تنتظم جزيئات البروتين لتكوّنَ أغطيةً بروتينيةً حول جزيئات الحامض النووي للراشح, ويتكوّن (100–200) راشح جديد.

- **مرَّحلة التحرر**

تحلّل الرّواشح الجديدة الخليّة البكتيرية, وتتحرّر لتصيب بكتيريا أخرى غير مصابةٍ، وتستغرق هذه العمليّةُ كاملةً 25 دقيقةً.



شكل (58) يوضّح التكاثر في راشح البلعم البكتيري

ب-دورة التحلّل والانتاج

ويُعرف بمرَّحلة التكامل يتمّ فيها اندماج DNA الراشحيّ مع DNA البكتيري بدون أنّ يحصل تحطم لـ DNA البكتيريا وعندئذٍ يُسمَّى DNA الراشح بالبلعم الأوّلي, إذ تتضاعف DNA الرّواشح مع تكاثر البكتيريا.



2

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرّف كلا من: عامل الخصوبة، إعادة الخلط، الخلية المعطية.
- يشرح خطوات الاقتران في البكتريا.
- يُوضح طريقة التكاثر اللاجنسي في البكتريا.
- يرسم مخطط الاقتران في التكاثر الجنسي للبكتريا.

التكاثر في البدائيات

تتضمن البدائيات البكتريا والطّحالب الخضر المزرقة, الّتي ستقتصر على التكاثر في البكتريا كمثال للتكاثر في البدائيات.

التكاثر اللاجنسي في البكتريا

أنّ طريقة الانقسام الثنائي هي طريقة التكاثر اللاجنسي الأكثر شيوعاً بين هذه المخلوقات, إذ يتصل كروموسوم البكتيريا بغشاءِ الخليّة في مواقع معيّنة ممّا يشير إلى أنّ الخليّة البكتيرية مهيّأة للانقسام، ويتوسّع جدار الخليّة، وتزداد في الحجم، ويتضاعف DNA الخليّة إلى كروموسومين متمّاثلين, وفي الوقت نفسهِ يبدأ جدار الخليّة بالتخصر، وكنتيجةً لاستطالة الخليّة البكتيرية فان الكروموسومين ينسحبان في اتجاهين متعاكسين ضمن الخليّة, ويتوزع السايتوبلازم ثمّ يزداد تخصر الخليّة ويؤدي إلى تكوين خليتان جديدتين لكلٍّ منهما جزيئة DNA خاصّة بها.

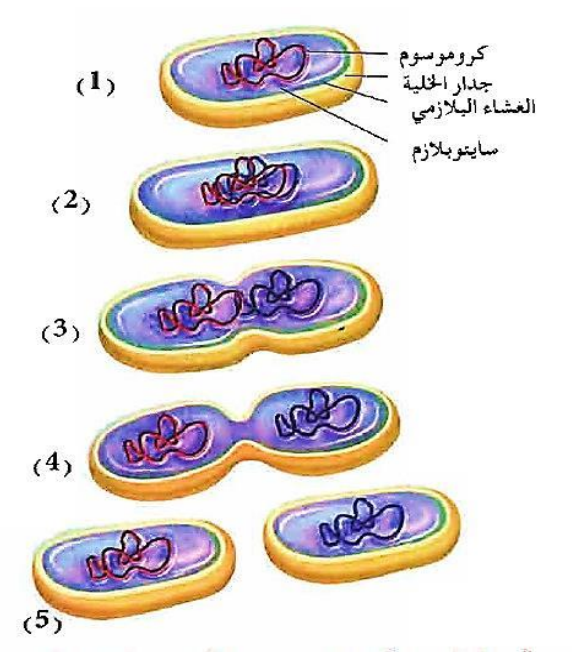
التكاثر الجنسيّ في البكتريا

وجد العلماء عند مزج سلالّتين مختلفِتين من بكتريا القولون Escherichia Colin في وسطٍ زرعي وأحدُ ظهور سلالةٍ جديدةٍ تختلفٍ وظيفياً عن السلالّتين الّتي تمّ مزجهما ممّا أدى إلى الاستنتاج أنّ نوعاً من الاتّحاد الجيني قد حدث بين الخليتان هو إعادةً الخلط (recombination), تتمّ عمليّةُ الاقترأنٍ بين خليتان هما الخليّة المعطية Celt Donor والخليّة المستلمة Recipient Cell، ومن مميزات الخليّة الذّكرية (المعطية):

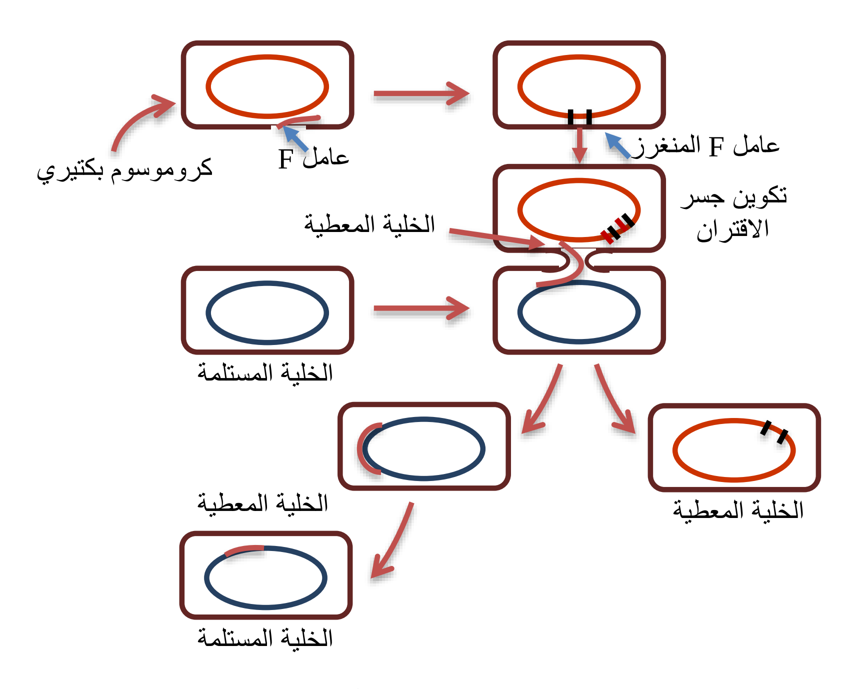
1. تحوي عامل الخصوبة (fertility factor) جزيئات دائرية مغلقة توجد في السايتوبلازم يحمل معلومات وراثية لبناء بروتينات لا تستطيع الخلايا المستلمة بناءها.
2. تحوي زوائد بروتوبلازمية شعرية (الأهلاب الجنسيّة، أهلاب الاقترأنٍ) يبرز من سطح الخليّة الخارجيٍّ.

أمّا المستلمة (الانثوية) فلا تحوي عامل الخصوبة ولا أهلاب الاقترأنٍ. وتتمّ عمليّةُ الاقترأنٍ وفق الخطوات الآتية:

1. عند ملامسة هلب الاقترأنٍ سطح الخليّة المستلمة يصبح هذا الهلب جسر اقترأنٍ يعمل على تواصل بروتوبلازم الخليتان البكتيريتين.
2. ينغرز عامل الخصوبة (F) في كروموسوم الخليّة المعطية ويصبح جزءاً منه. ينكسر أحدُ شريطي كووموسوم الخليّة المعطية في موقع معيّن ويبدأ بالحركة إلى الخليّة المستلمة عبر جسر الاقترأنٍ في حيّن يبقى الشريط الثاني متخلفاً في الخليّة المعطية.
3. يتمّم كلِّ شريط نفسه في الخليّة المعطية والخليّة المستلمة.

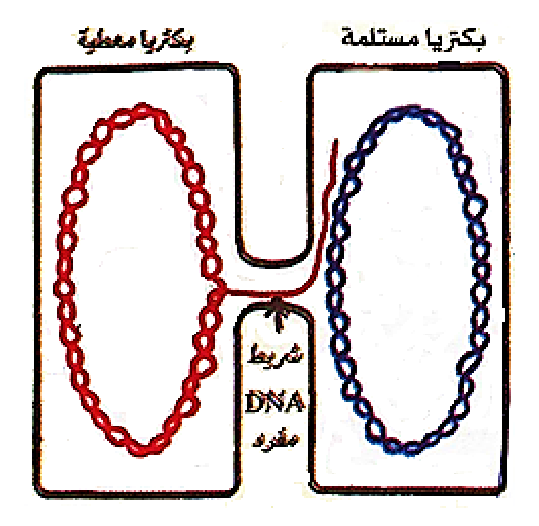


شكل (59) يوضح التكاثر اللاجنسي (الانشطار الثنائي) في البكتريا



شكل (60) يوضح الاقتران في البكتريا

تبقى الخليّة المعطية كما هي دون نقصان في مادتها الوراثّية، ونادراً ما ينتقل كروموسوم الخليّة المعطية بأكمله إلى الخليّة المستلمة, لان الخليتان تنفصلان قبل اكتمّال الانتقال بسبب تكسر جسر الاقترأنٍ. ويكون هذا النوع الخاصّ من التكاثر الجنسيّ في البكتريا غير اعتيادي, لان الفرد الجديد لا يستلم مجموعةُ جينية كاملة من كلّتا الخليتان الأصليتين.



شكل (61) يوضح انتقال شريط DNA من خلية معطية إلى خلية مستلمة



3

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يوضح خطوات الانقسام الثنائي المستعرض في البراميسيوم.
- يُبين مصير النواة المندمجة في البراميسيوم.
- يرسم مخطط يبين طريقة التكاثر اللاجنسي في الكلاميدوموناس.

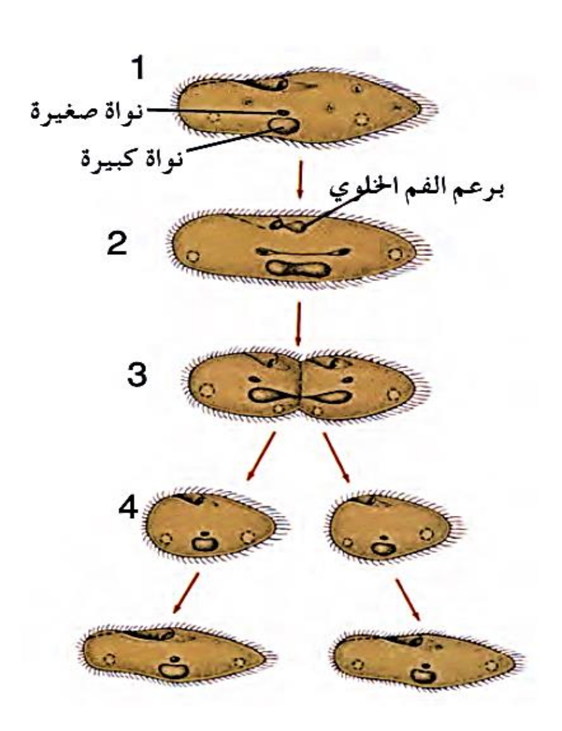
التكاثر في الطليعيّات

تضم الطليعيّات العديد من المخلوقات الحيّةٍ وحيّدة الخليّة, وسوف ندرس التكاثر في البراميسيوم الكلّاميدوموناس كمثال للطليعيات.

التكاثر اللاجنسي في البراميسيوم

يتكاثر البراميسيوم لا جنسيا بوساطة الانقسام الثنائي المستعرض وكالآتي:

1- تنقسم النواةَ الكبيرة بطريقة الانقسام البسيط.
2- تنقسم النواةَ الصغيرة انقساما اعتيادياً, والغلاف النووي لا ينحل.
3- يتخصر البراميسيوم من الوسط.
4- يتكوّن أخدود فموي جديد وفجوتان متقلصتان جديدتان.
5- يزداد تخصر المخلوق إلى أنّ ينقسم إلى مخلوقين جديدين.
6- يتكرر الانقسام مرَّتين أو ثلاث كلِّ 24 ساعة إذا توافر الغذاء والحرارة الملائمة، شكلّ (62).



شكل (62) الانقسام الثنائي المستعرض للبراميسيوم

التكاثر الجنسيّ في البراميسيوم

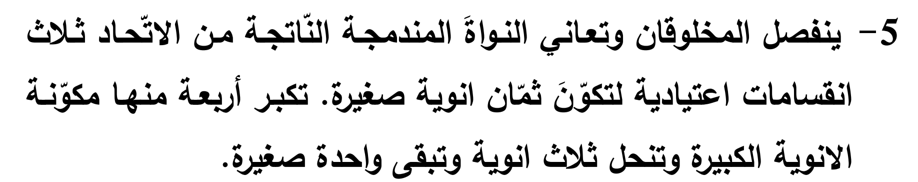
يتكاثر البراميسيوم جنسياً بطريقة الاقترانِ الّتي تتمّ وفق الخطوات الآتية:

1- يتقابل فردان من النوع نفسه ومن سلالّتين مختلفِتين من جهة الأخدود الفموي. فيتكوّن جسر بروتوبلازمي بينهما.

2- تختفي النواةَ الكبيرة في السايتوبلازم وتنقسم النواةَ الصغيرة (2س) اختزالياً فتتكوّن في كلِّ منهما أربعة انوية (س)، تنحل ثلاث منها وتبقى واحدة فقط.

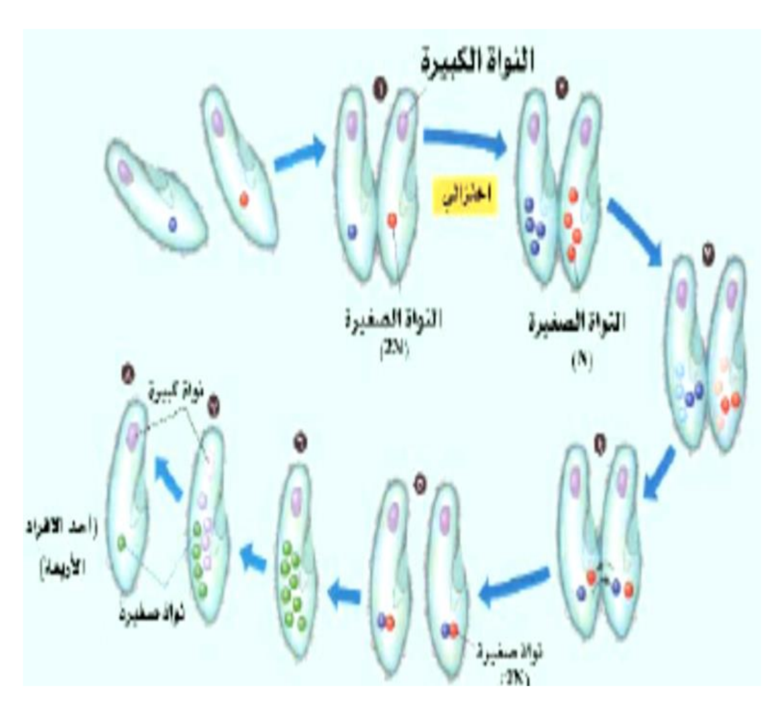
3- تنقسم النواةَ المتبقيّة انقساما خيطياً غير متساوٍ إلى نواتين أوليتين (ذكرية وانثوية).

4- تتبادل الانوية الذّكرية بين الفردين وتتحدان مع الانوية الانثوية مكوّنة النواةَ المندمجة (2س).



5- ينفصل المخلوقان وتعاني النواةَ المندمجة النّاتجة من الاتّحاد ثلاث انقسامات اعتيادية لتكوّنَ ثمّان انوية صغيرة. تكبر أربعة منها مكوّنة الانوية الكبيرة وتنحل ثلاث انوية وتبقى واحدة صغيرة.

6- يعاني كلِّ فرد انقسامين ثنائيين مستعرضين مع كلِّ انقسام تنقسم النواةَ الصغيرة، والمحصلة النهائية من عمليّةُ الاقترأنٍ ثمّانية أفراد من فردين.



شكل (63) يبين التكاثر الجنسي في البراميسيوم

توجيه

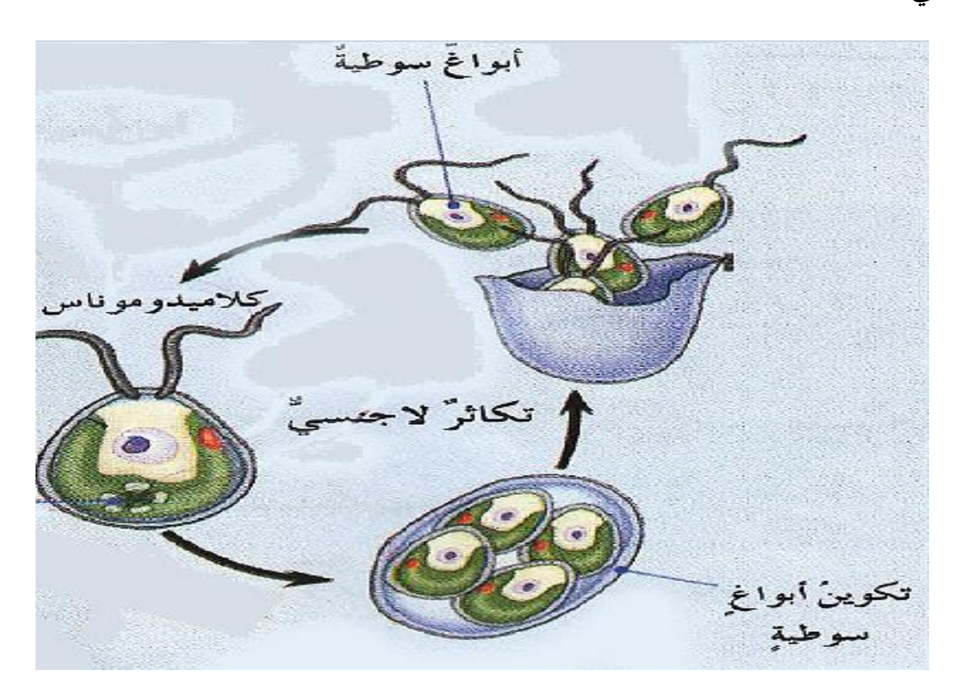
على المدرس أن يُوضح للطلاب أن عملية تبادل الأنوية في البراميسيوم تشبه عملية الإخصاب في المخلوقات الأخرى



التكاثر اللاجنسي في الكلاميدوموناس

مخلوق حيّ وحيّد الخليّة من الطّحالب الخضر, يعيش في البرك والبحيّرات وتتميّز الخليّة الخضرية بامتلاكها سوطين, وكونها محاطة بجدار سيليلوزي سميك, وتحتوي هذه الخليّة على بلاستيدة خضراء واحدة كأسية الشكل.

تتكاثر لا جنسياً بانقسامها ضمن الجدار السيليلوزي للخليّة الأصلية وتتكوّن فيها من اثنين إلى ستة عشر بوغاً متحركاً. تتحرر هذه الأبواغ بعد تمزّقٍ الجدار الخلويّ الأصلي للخليّة الأم وتنموُّ إلى خلايا خضريةٍ مستقلةٍ سابحةٍ في الماء.



شكل (64) يبين التكاثر اللا جنسي في الكلاميدوموناس

4

➢ الأهداف

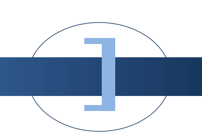
أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: الخميرة، البوغ الزيجي، والأمشاج المتشابهة.
- يشرح التكاثر الجنسي في الخميرة.
- يرسم كلا من: شكل تخطيطي للتبرعم في الخميرة، والتكاثر الجنسي في الكلاميدوموناس.

التكاثر الجنسيّ في الكلّاميدوموناس

يتمّ التكاثر الجنسيّ في الكلّاميدوموناس عندما تكون الظروف المحيّطة به غير ملائمةٍ ويتمّ كالآتي:

1. خليّة الكلّاميدوموناس (1س) تنقسم عدّة انقساماتٍ اعتياديةٍ متتاليةٍ ليكون (6-32) فرداً داخل جدار الخليّة الأصلي. والأفراد النّاتجة صغيرة الحجم تشبه الخليّة الأم وتُدعَى بالأمشاج المتشابهة **(Isogametes)**.
2. يتمزّقٍ جدار الخليّة وتتحرر الأمشاج المتشابهة إلى الماء, ثمّ تتحد مع أمشاجٍ أخرى ناتجةٍ من خليّة كلّاميدوموناس من سلالة أخرى.
3. تتكوّن الزيجة **(zygote)** الّتي تكون (2س) رباعية الأسواط تسبح لمدة في الماء, ثمّ تفقد أسواطها وتحاط بجدار سيليلوزي سميك لكي تستطيع مقاومة الظروف غير الملائمة، ويُدعى بالبوغ الزيجي **(Zygo Spore)**



4. عند ملائمة الظروف يستعيد البوغ الزيجي نشاطه ويعاني انقساما إختزالياً لتتكوّن أربعة ابواغ (1س).
5. ينشق الجدار وتتحرر الأبواغ الأربعة المشابهة للخليّة الأم، فتنموُّ وتسلك سلوك الكلّاميدوموناس البالغ في فعالياته الحيّوية.

أبواغ سوطية
انقسام اختزالي
بويضة مخصبة
كلاميدوموناس بالغ
نواة
مركز للنشا
التقاء الأمشاج
تكاثر جنسي
انقسام اعتيادي
جاميتات

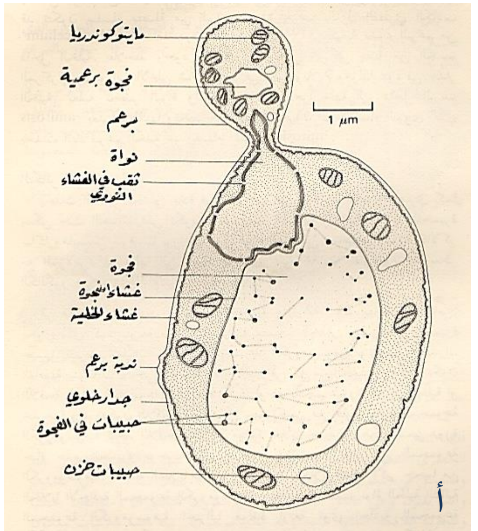
شكل (65) يبين التكاثر الجنسي في الكلاميدوموناس

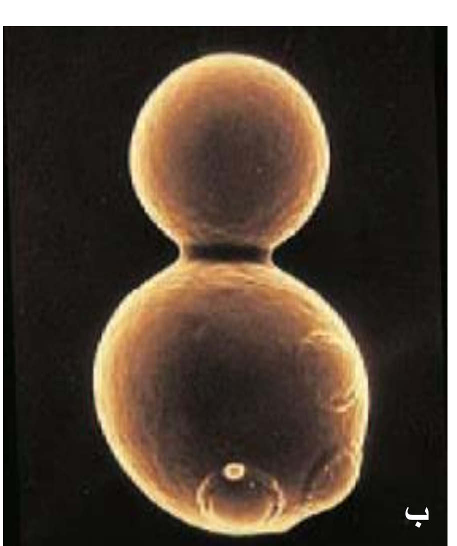
التكاثر في الفطريات

هي مخلوقاتٌ حيّةٍ دقيقةُ خيطيّة الشكل غالباً ما تنموُّ على الموادَّ العضوية الرطبة مسببة تلفِها, وليس لها جذورٌ حقيقيةٌ أو صبغة اليخضور.

التكاثر اللا جنسي في الخميرة

الخميرة (Yeast) من الفطريات الكيسية (Ascomycetes) تتكاثر لا جنسياً بطريقة التبرعم، إذ يتكوّن بروز (البرعم) في أحدُى جهات جدار الخليّة الأم, وينتقل قسم من السيتوبلازم إلى البرعم , تنقسم نواةً الخليّة الأم انقساما اعتيادياً, وتعبر أحدُى النواتين النّاتجتين من الانقسام إلى البرعم. ينموٌّ هذا البرعم ويكبر بالحجم ثمّ ينفصل عنها مكوّناً فرداً جديداً مستقلاً, وقد يكوّن هذا بدورُه برعماً آخرَ قبل انفصاله عن الخليّة الأصلية إذا كانت الظروف البيئية مناسبةً, وبدورُه يكوّن برعماً آخرَ إلى أنّ تتكوّن سلسلة من خلايا الخميرة.





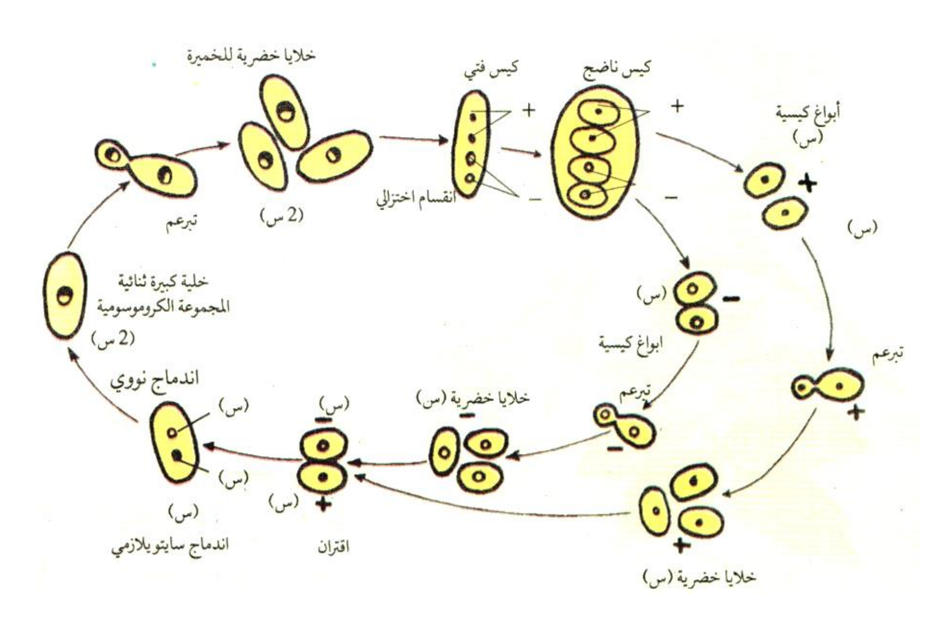
شكل (66) يبين أ– رسم تخطيطي لتبرعم الخميرة

ب– صورة مجهرية لتبرعم الخميرة



التكاثر الجنسيّ في الخميرة

يحدث في الظروف غـــير الملائمة للنموُّ الخضري, إذ تيتحوّل الخلايا الخضرية خلالَ 12 – 24 ساعة إلى أكياس, يحوي كلِّ كيس أربعة أبواغ (1س) كيسيةٍ كرويّة سميكة الجدار نتجت من عمليّةُ انقسام اختزالي لخليّة الخميرة الخضرية. تتحرر الأبواغ من الكيس وتتميّز إلى نوعين: موجبة وسالبة، تتبرعم الأبواغ بعد خروجها فيزداد العددُ, تنجذب الأبواغ الموجبة إلى الأبواغ السالبة, يلتحمان أولاً ثمّ تذوب الجدران الفاصلة بينهما, ويحدث اتّحاد سايتوبلازمي ثمّ اندماج نووي, وهكذا تتكوّن اللاقحة (2س) والّتي تمّثل الخليّة الخضرية للخميرة, والّتي تتكاثر بالتبرعم فيزداد عددُها.



شكل (67) يبين التكاثر الجنسي في الخميرة



5

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

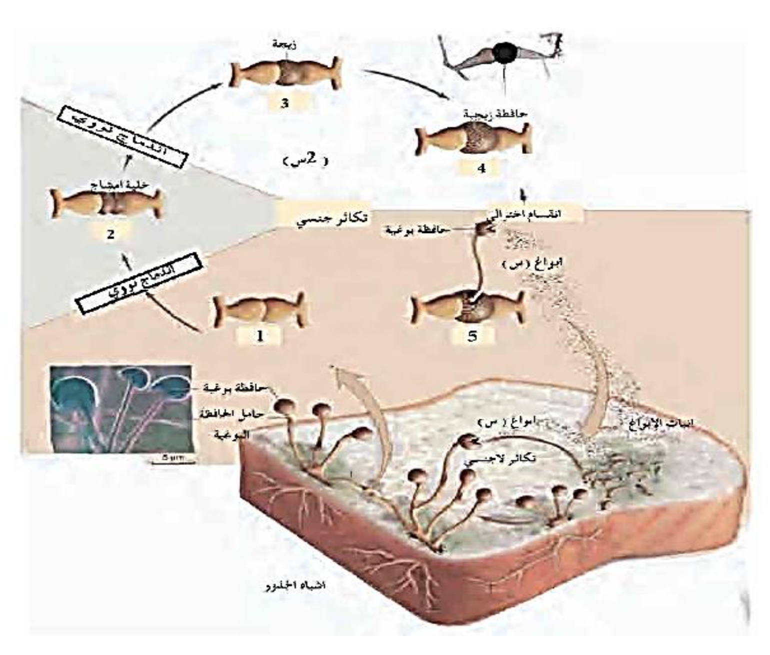
- يُعرف كلا: الأبواغ، ظاهرة تعاقب الأجيال، الطور البوغي، والطور المشيجي.
- يشرح التكاثر الجنسي في عفن الخبز.
- يرسم كلا من: التكاثر في عفن الخبز، وظاهرة تعاقب الأجيال.

التكاثر اللاجنسي في عفن الخبز

ينتمّي عفن الخبز الأسود إلى الفطريات اللاقحيّةٍ (Zygomycota) الّتي تتكاثر لا جنسياً عن طريق الأبواغ، وهي خلايا تكاثرية لا جنسية (1س) صغيرة الحجم محاطة بجدارٍ سميكٍ يقيها من الظروف غير الملائمة وعند عودة الظروف الملائمة تنموٌّ دون إخصابٍ لتكوّنَ فرداً جديداً.

التكاثر الجنسيّ في عفن الخبز

تحتوي نهاية الخيوطِ الفطرية Hyphae على خليّة الأمشاج المحتوية على انويةٍ سالبةٍ وموجبةٍ، يحصل تمّاسٌ واندماجٌ بين الخيوطِ الفطرية, ثمّ يحصل اندماج سايتوبلازم وتندمج الخلايا المشيجية وتندمج الانوية لتكوّنَ الزيجة (Zygote) الّتي تحيّط نفسها بجدارٍ سميكٍ, وتحصل عمليّةُ انقسامٍ اختزالي.



شكل (68) يبين التكاثر في عفن الخبز الأسود

يحدث نموٌّ للحافظة البوغية Sporangium وتتمزّقٍ الحافظة لتحرر الأبواغ (1س) الّتي إذا لاقت مادّة غذائيةً (قطعة من الخبز الرطب مثلا) تبدأ دورتها اللاجنسية وتتكرر العمليّةُ.

نشاط ميداني

إجمع عينات من الخبز النامي عليها فطر عفن الخبز الأسود، ثم خذ عينة من الفطر وافحصها تحت المجهر, لاحظ تركيب الحوافظ البوغية

التكاثر في النباتات عديدة الخلايا

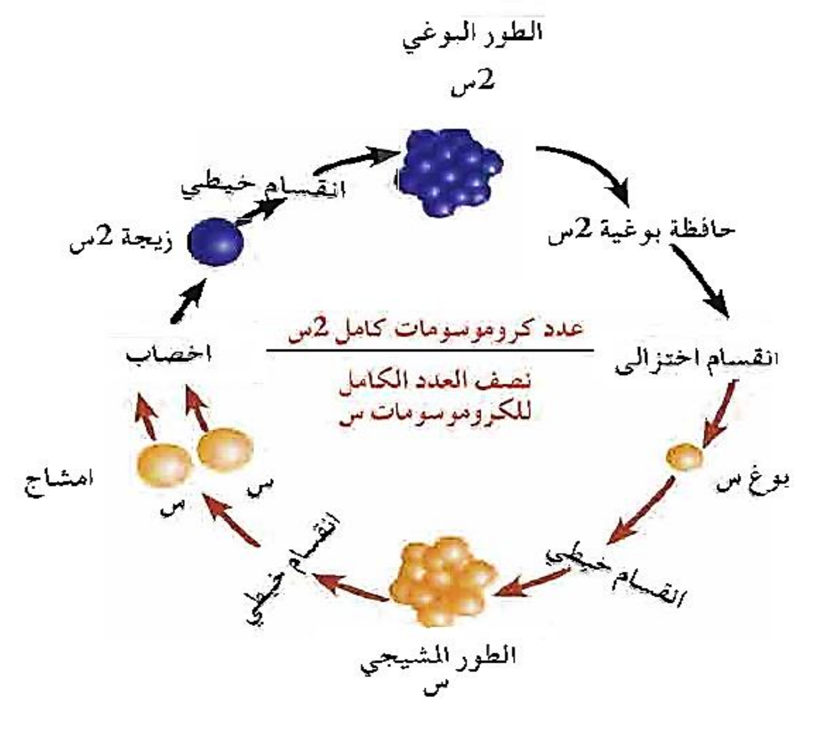
تضم مملكة النباتات أحيّاءً حقيقية النواةَ متُعددُة الخلايا ذاتية التّغذية، وتتضح في مملكة النباتات ظاهرةً تعاقب الأجيال (Alternation of Generation) الّتي تعني أنّ دورُة حيّاة النباتات الكاملة تمرّ في طورين (البوغي والمشيجي) مثل نبات بولي تراكم.

أولا: الطور البوغي (Sporophyte)

وهو الطّور اللاجنسي الّذي تنتج فيه الأبواغ وتكون كاملة ثنائي المجموعةُ الكروموسومية (2س) وعند نضجه تعاني بعض خلاياه وهي الخلايا الأم للأبواغ عمليّةُ انقسام اختزالي وتتكوّن نتيجةً لذلك أبواغ (س) وتمثّل بداية الطّور المشيجي.

ثانيا: الطور المشيجي (Gametophyte)

يمثل الطّور الجنسيّ الّذي ينتج الأمشاج. وبعد حدوث الإخصاب بين الأمشاج الذّكرية والانثوية يبدأ الطّور البوغي وهكذا تتعاقب الأجيال, وتُلاحَظ هذه الظاهرةً في الحزازيات **Pryophytes** السرخسيات **Fern** والنباتات الراقية.



شكل (69) يبين تعاقب الأجيال في تكاثر النبات



6

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: السرخسيات، الحزازيات، والبثرات.
- يوضح: تركيب نبات البوليبوديوم.
- يُقارن بين الانثريديا و الاركيكونيا.
- يرسم كلا من:الطور البوغي الناضج لنبات البوليبوديوم

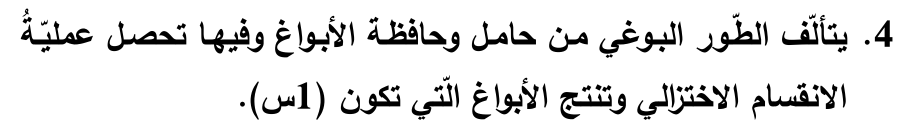
التكاثر في الحزازيات

الحزازيات هي نباتات صغيرة لها بلاستيدات خضراء وتفتقر إلى السيقان والأوراق والجذور الحقيقية والأوعية الناقلّة. وسندرس التكاثر في بوليتراكم كمثال للحزازيات.

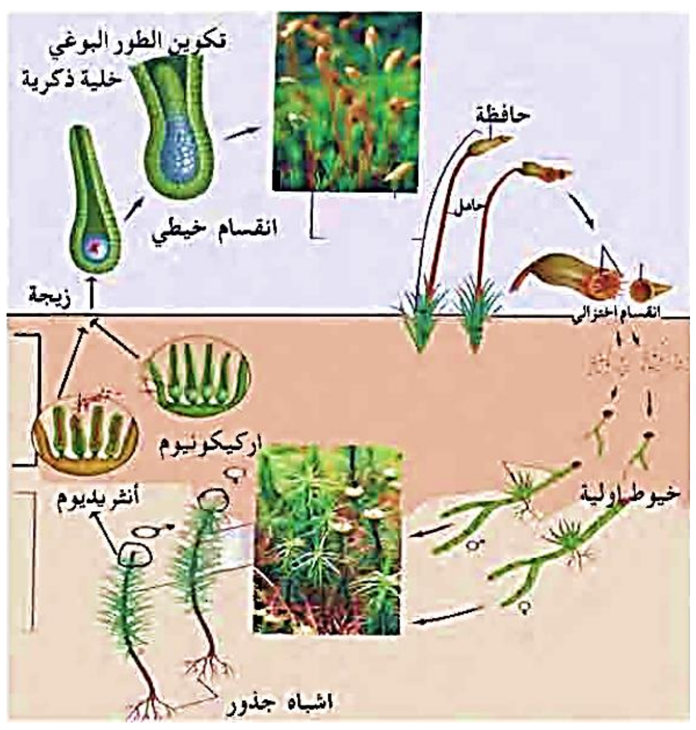
التكاثر في بوليتراكم Reproduction in Polytrichum

يتمّ التكاثر فيه بالطّورين البوغي والمشيجي كالآتي:

1. في الطّور المشيجي الناضج يحمل الساق الورقي الشكل أمّا انثريديا (Antheridia) وهي حافظة مشيجية ذكرية أو اركيكونيا (Archegonia) وهي حافظة مشيجية انثوية ويحمل كلّ منها الأمشاج.
2. تخرج الأمشاج الذّكرية من الانثريديا إلى الخارج سابحة في الماء لتصل إلى الأمشاج الانثوية داخل الاركيكونيا لإتمّام عمليّةُ الإخصاب باندماج النواتين الذّكرية والانثوية.
3. بعد عمليّةُ الإخصاب تتكوّن الزيجة (2س) ويتكوّن الطّور البوغي داخل الحافظة الانثوية.



4. يتألّف الطّور البوغي من حامل وحافظة الأبواغ وفيها تحصل عمليّةُ الانقسام الاختزالي وتنتج الأبواغ الّتي تكون (1س).
5. ينفتح غطاء حافظة الأبواغ وتتحرر الأبواغ وتنشره الرياح. بعدها تنبت الأبواغ إلى خيوطٍ أولية (Protonema) ذكرية أو انثوية وهذه تمّثّل مرَّحلة من مرَّاحل الطّور المشيجي الذّكري أو الأنثوي.



شكل (70) يبين التكاثر في بوليتراكم

التكاثر في السرخسيات

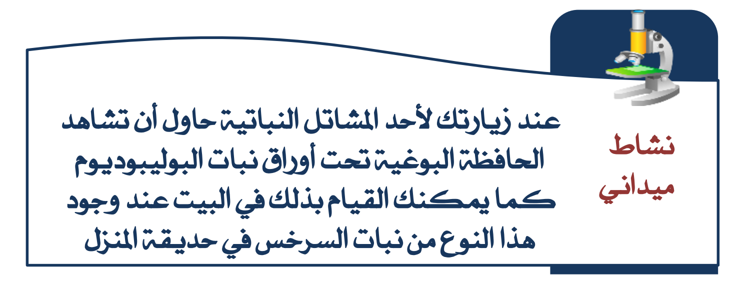
هي مجموعةٌ كبيرةٌ من النباتات الخضر تعيش على التربة الرطبة المظللة والجافة وتمّتاز بوجود الأنسجة الوعائية الناقلّة فيها (اللحاء والخشب). وسندرس التكاثر في البوليبوديوم كمثال للسرخسيات.

التكاثر في البوليبوديوم

يتكوّن النبات السرخسي الّذي يمثل الطّور البوغي من ساقٍ ريزوميةٍ تمتّد تحت التربة تعطي جذوراً عرضيةً, وأوراقاً كبيرةً تُسمَّى الأوراق السرخسية وتتكوّن الورقة السرخسية من محور ونصل ورقي مقسم على وريقات صغيرة متُعددُة تُسمَّى الريشات ويتكوّن المحور من جزءٍ قاعدي يُسمَّى العنق وجزءٍ علوي يحمل النصل الورقي يعرف بالحامل النصلي. تتكوّن الحافظة البوغية على السطح السفلي للأوراق, بهيئة مجموعاتٍ متمّاسكةٍ مكوّنةٍ ما يعرف بالبثرات Sori الّتي تكون محاطةً بغطاءٍ يُدعى الغطاء البثري.



شكل (71) يبين نبات البوليبوديوم الذي يمثل الطور البوغي الناضج



نشاط ميداني

عند زيارتك لأحد المشاتل النباتية حاول أن تشاهد الحافظة البوغية تحت أوراق نبات البوليبوديوم كما يمكنك القيام بذلك في البيت عند وجود هذا النوع من نبات السرخس في حديقة المنزل

7

➢ الأهداف

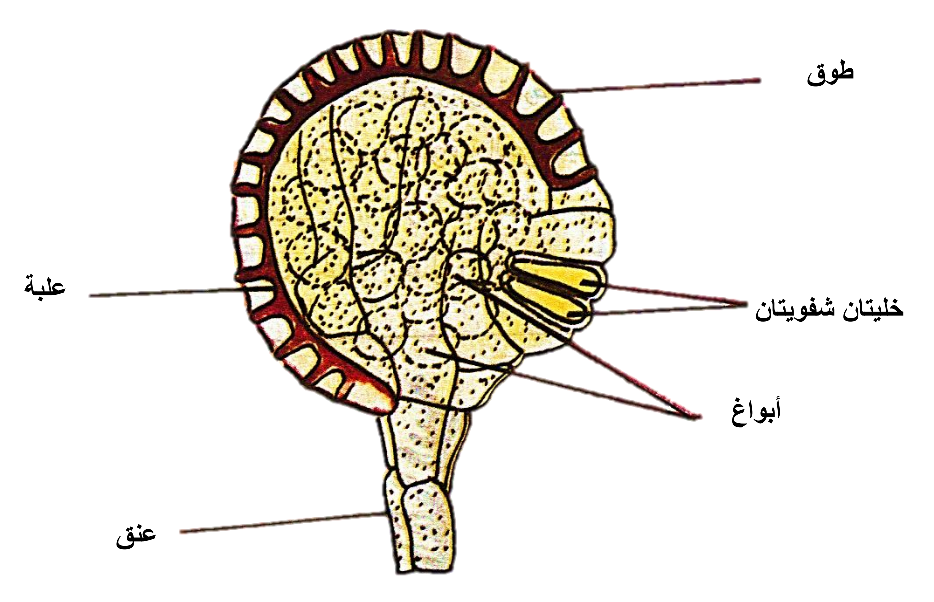
أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: الطوق، الثالوس الأولي، المدادات، والريزومات.
- يُعدد طرق التكاثر الخضري.
- يرسم مع التأشير كلا من: حافظة بوغية لنبات السرخس، ومخطط يبين التكاثر في السرخسيات.

الحافظة البوغية في البوليبوديوم

تتألف الحافظة البوغية من عنقٍ صغيرٍ وعلبةٍ طرفيةٍ. حيّث يمتد حول العلبة من جانب اتصالها بالعنق حلقةٌ من خلايا تُدعَى الطوق **annulus** وعند نضج الأبواغ تمّوت خلايا الطوق وتنكمش نتيجةً لتبخر الماء منها, فيستقيم الطوق للخارج مسبباً تمّزقٍ جوانب الحافظة البوغية عند منطقة الخليتان الشفويتين وبذلك تتحرر الأبواغ إلى الخارج وتنتشر إلى مسافاتٍ بعيدةٍ.

وعندما تسقط الأبواغ في تربةٍ مناسبةٍ من رطوبةٍ وظلٍ وحرارةٍ ملائمةٍ تنموٌ إلى طور مشيجي يعرف بالثالوس الأوّلي (**Prothalus**) وهو تركيبُ قلبي الشكل أخضر اللون يحمل الحافظة المشيجية الانثوية (**Archegonium**) والحافظة المشيجية الذّكرية (**Anthreridium**) وينموٌ من طرفه المدبب أشباه الجذور. يحصل الإخصاب بوجود الرطوبة إذ تسبح النطف في الماء لتصل إلى البيضة ضمن الاركيكوينيوم. ونتيجةً لعمليّةُ الإخصاب يتكوّن الزيجة(**Zygote**) داخل الاركيكوينيوم وتظهر أول ورقةٍ فوق الثالوس الأوّلي ويتكوّن الجذر تحته, وعندئذ يصبح الطّور البوغي مرَّئياً.



شكل (72) يبين حافظة بوغية لنبات السرخس



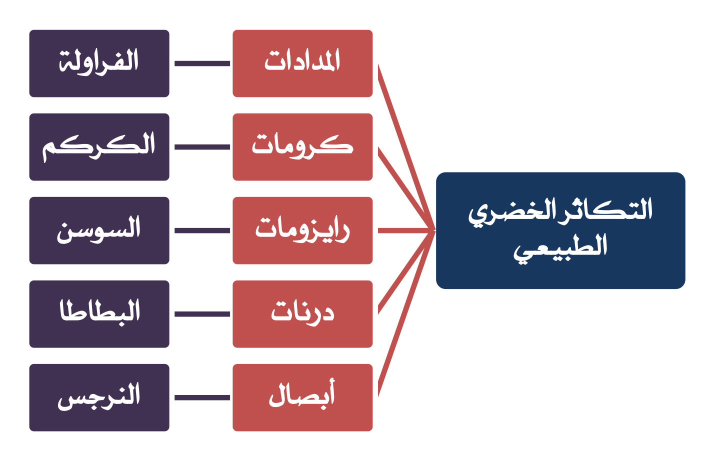
شكل (73) يبين التكاثر اللاجنسي في البوليبوديوم

التكاثر الخضري (اللاجنسي) في النباتات

هو تكاثرٌ لا جنسي شائعٌ في معظم النباتات الراقية وبعض السرخسيات, إذ تستطيع بعض النباتات أنّ تتكاثر أثناء مرَّحلة النموُّ الخضري بتكوين نباتاتٍ جديدةٍ بوساطة المدادات Stolons وهي سيقان ممتدة فوق سطح التربة أو بالسيقان الأرضية كالريزومات Rhizomes وبالدرنات Tubers والكورمات Cormes والأبصال Bulbes وكلّها أجزاء خضرية ليس لها علاقةٌ بالتكاثر الجنسيّ لكنها تؤدي وظيفة التكاثر الخضري. وبشكلٍ عام يكون التكاثر الخضري على نوعين:

أولا: التكاثر الخضري الطبيعي

ويتمّ بطرائق كثيرة منها:

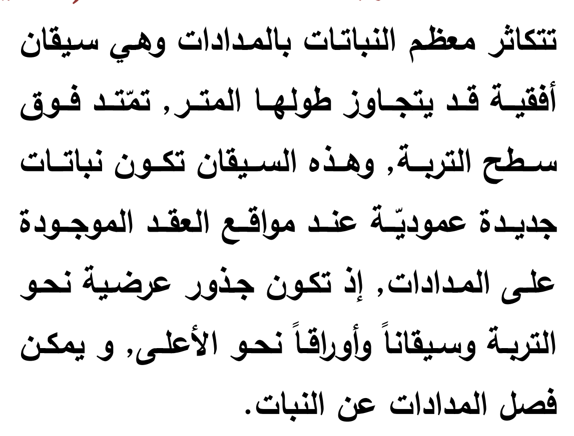


مخطط (3) يبين أنواع التكاثر الخضري الطبيعي

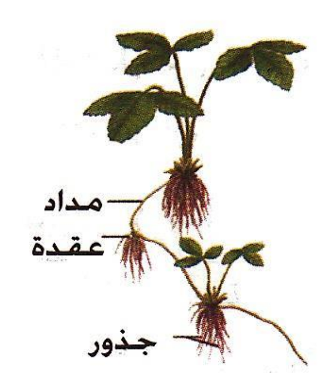


إن الأجزاء الجديدة المتكونة بالتكاثر الخضري لا تتميز بخصائص وراثية جديدة ولكن لها خصائص النبات ألام نفسها

1- التكاثر بالمدادات Stolones (الشليك)



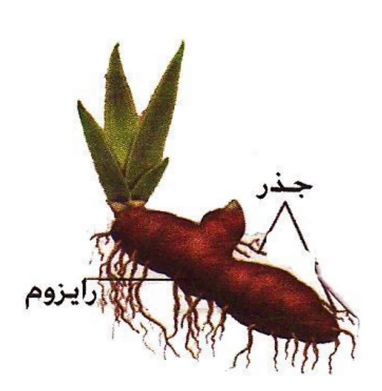
تتكاثر معظم النباتات بالمدادات وهي سيقان أفقية قد يتجاوز طولها المتر, تمتّد فوق سطح التربة, وهذه السيقان تكون نباتات جديدة عموديّة عند مواقع العقد الموجودة على المدادات, إذ تكون جذور عرضية نحو التربة وسيقاناً وأوراقاً نحو الأعلى, و يمكن فصل المدادات عن النبات.



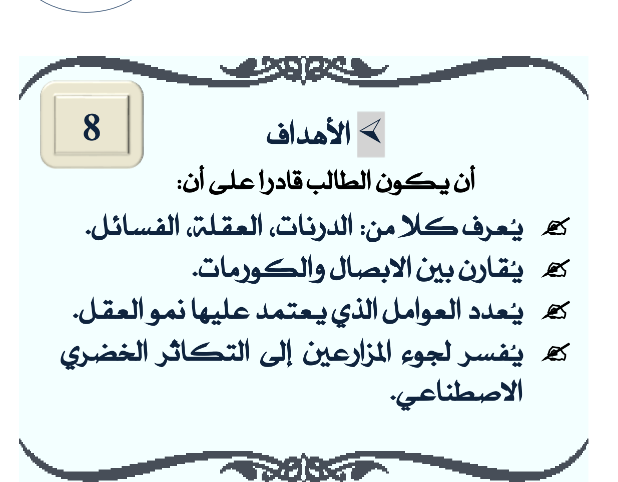
شكل (74) يبين التكاثر بوساطة المدادات في نبات الفرولة (الشليك)

2- التكاثر بالريزومات Rhizomes (ثيل الحدائق ونبات السوسن)

الرايزومات سيقان أرضية ممتدة تحت سطح التربة إذ تنموُّ من عقد هذه السيقان جذور عرضية نحو التربة ومجموع خضري (ساق وأوراق) نحو الأعلى. وتمّتد السيقان الأرضية وهي سيقان معمرَّةٍ تحت التربة بنموٌّ البراعم النهائية لها, فتغطّي مساحات واسعة بسرعة, وإذا حدث أنّ قطعت هذه الرايزومات أثناء حرث التربة (التقليب) مثلا تصبح كلِّ قطعة قادرة على أنّ تكون نباتاً جديداً، وهي طريقة تكاثر خضري تمّتاز بها معظم الحشائش المعمرَّةٍ والسراخس.



شكل (75) يبين التكاثر بالرايزومات



8

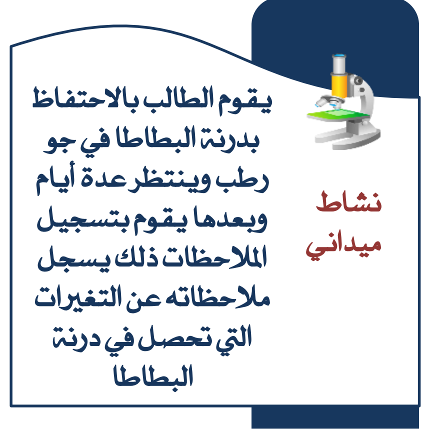
➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: الدرنات، العقلة، الفسائل.
- يُقارن بين الابصال والكورمات.
- يُعدد العوامل الذي يعتمد عليها نمو العقل.
- يُفسر لجوء المزارعين إلى التكاثر الخضري الاصطناعي.

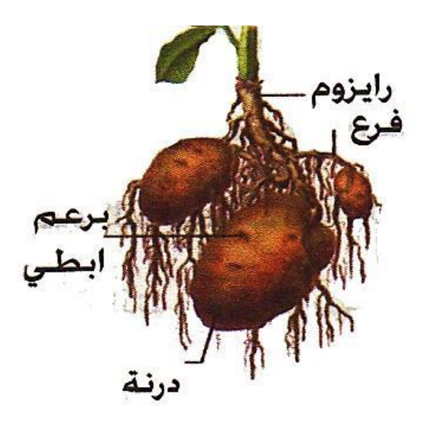
3- التكاثر بالدرنات Tubers (البطاطا)

الدرنات هي سيقان خازنة للغذاء ومنتفخة وتنشأ من الرايزوم, تنموُّ تحت سطح التربة ويوجد فيها عددُ من الانخفاضات تُدعَى (العيون) وبداخل كلِّ منها يوجد برعماً أو عدّة براعم تُدعَى البراعم الأبطية (Axillary Buds) يمكن للنبات الوأحدُ أنّ يكون مجموعةُ من الدرنات القادرة على انتاج فروع جديدة من براعمها في أثناء الربيع التالي.



نشاط ميداني

يقوم الطالب بالاحتفاظ بدرنة البطاطا في جو رطب وينتظر عدة أيام وبعدها يقوم بتسجيل الملاحظات ذلك يسجل ملاحظاته عن التغيرات التي تحصل في درنة البطاطا

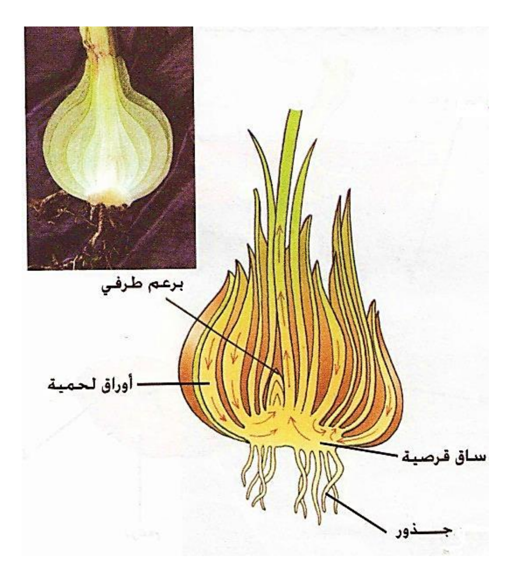


شكل (76) يبين التكاثر بالدرنات



4- التكاثر بالأبصال Bulbs (البصل والثوم والنرجس والزنبق)

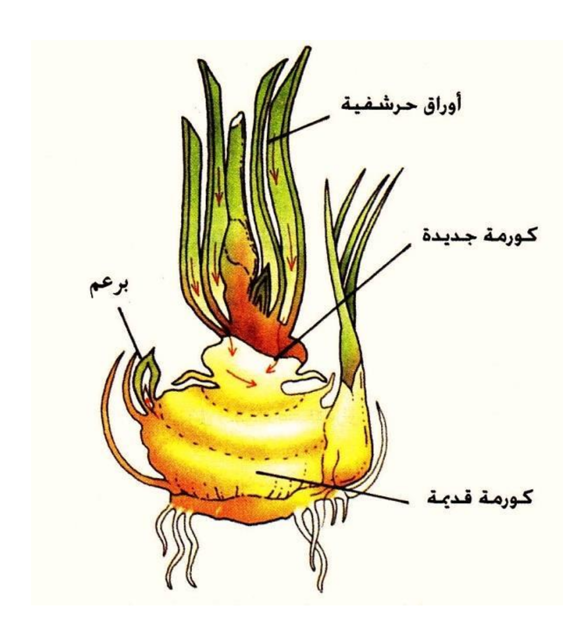
الأبصال عبارةٌ عن برعم وحيّد كروي الشكل لـه ساق قرصية عند نهايته القاعديـة, وينمـوُّ مـن السـطح فـي الساق العديد من الأوراق الحرشفية واللحمية, وتنموُّ من السطح السفلي جذور عرضية. وتنشأ البراعم غالبا آباط الأوراق اللحميـة, وهذه البراعم تشبه البصلة الأم وقد تنفصل عنها مكوّنـة بصلة جديدة، يتكاثر العديد مـن النباتـات العشـبية عـن طريـق الأبصال.



شكل (77) يبين التكاثر بالأبصال

5- التكاثر بالكورمات Cormes (الكلّاديولس والكركم والكلّم)

الكورمـات هـي أخرى تمثّل طريقة تكاثر خضري تشبه الأبصال من الناحيّةٍ المظهريـة إلّا انها تختلفٍ عنها لكون الجزءِ الأكبر من الكورمة هو نسيجُ السـاق، أمّـا الأوراق فتكـون أصـغر وأرق كثيـراً مـن أوراق الأغصـان. وتنشـأ البـراعم فـي آبـاط الأوراق الحرشـفية علـى السـاق وتنفصـل لتكـوين كورمـات جديدة.



شكل (78) يبين التكاثر بالكورمات

نشاط ميداني

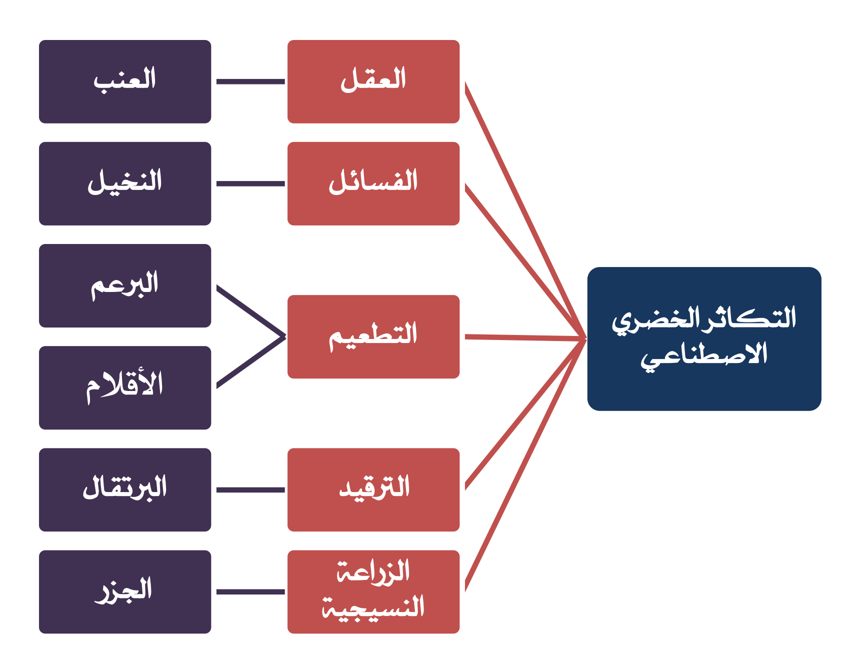
يمكننا جلب أنواع مختلفة من (الأبصال والكورمات البطاطا والشليك والثيل) وفحص أجزائها التكاثرية

ثانيا: التكاثر الخضري الاصطناعي

على الرغم من كون التكاثر الخضري الطبيعي شائعاً في كثير من النباتات إلّا انه ما يزال محدداً، وبهذا يلجأ المزارعون إلى تكثيرها بطرائق خضرية وذلك للأسباب الآتية:

1. يفقد العديد من النباتات قابليته على تكوين بذور نشطة كالموز وبعض أنواع العنب والبرتقال.
2. أنّ بعض النباتات يتطلب تكثيرها بالبذور وقتاً طويلاً كالنخيل.
3. صعوبة تحديد جنس الشجرة أو نوعها.

أمّا النباتات الّتي لا يمكن تكثيرها خضرياً فيمكن تحفيز التكاثر الخضري فيها باستعمال بعض أنواع الهرمونات النباتيّة منها: الهورمون النباتي المعروف باسم اندول حامض الخليك واندول حامض البيوتريك ونفثالين حامض الخليك وغيرها. وفيما يأتي إيجاز لبعض التكاثر الخضري الاصطناعي:



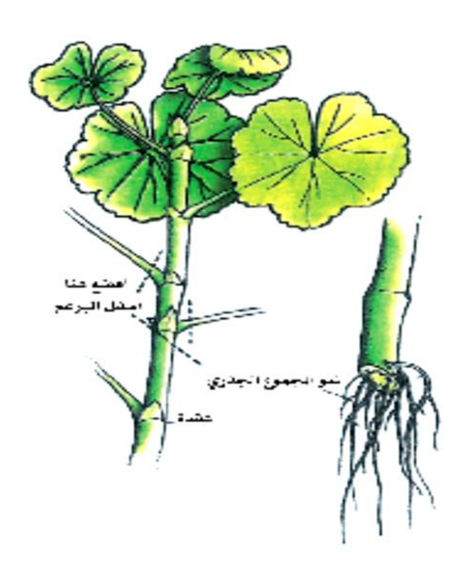
مخطط (4) يبين أنواع التكاثر الخضري الاصطناعي

1- التكاثر بالعقل (الأقلّام) مثل نباتات (الزينة، الورد الجهنمية، القرنفل، العنب، وقصب السكّر)

تُعرَف العقلة بانها غصن كامل أو جزءٍ منه يحتوي على عددُ من البراعم. وعند وضع العقلة في التربة أو الماء فانها تعطي جذوراّ عرضية عند نهاياتها المغروسة في التربة أو الماء.

ويعتمّد نموُّ العقل (الأقلّام) على عدّة عوامل منها:

- عددُ البراعم الموجودة على العقل.
- وجود أو عدم وجود بعض الأوراق المتروكة عليها.
- عمرَّ النبات الّذي أخذت منه.
- موسم السنة.
- الظروف البيئية الخارجيٍّة كالضوء ودرجة الحرارة.



شكل (79) يبين التكاثر بالعقل

2- التكاثر بالفسائل مثل (النخيل والموز)

الفسائل عبارةُ عن براعم سفليةٍ كبيرةٍ تنشأ عند قاعدّة الساق للشجرة الأصل في منطقة اتصاله بالتربة، إذ تمّتد منها جذور عرضية تحت سطح التربة وعند اكتمّال نموُّها تنفصل عن الشجرة الأصل وتحمل لتزرع في مكان آخرَ لتكوّنَ نبات مستقل وتشبه النبات الأم.

9

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: التطعيم، والتكاثر بالترقيد.
- يُعدد أهمية التكاثر بالتطعيم.
- يُقارن بين التطعيم بالقلم والتطعيم بالبراعم.

3- التكاثر بالترقيد مثل (العنب والليمون والورد الجهنمي)

يتمّ باستخدام الساق، إذ تمتاز بعض السيقان بتكوين جذور عرضية لها إذا غطيت بالتربة في الطبيعة, إذ يمكن ثني فرع من نبات ما وهو متصل بالأصل وغرس جزءٍ منه في التراب أو تغطّية برعمه الطرفي بطبقةٍ دقيقةٍ من التربة, وبعد مدةٍ زمنيةٍ قد تمّتد ستة أسابيع أو أكثر تظهر جذور عرضية على هذا الجزءِ من النبات الّذي دفن في التراب. بعدها يفصل الفرع من النبات الأصلي ليكون نباتاً مستقلا بذاته.

4- التكاثر بالتطعيم مثل (تطعيم البرتقال مع الليمون)

يقصد بالتطعيم هي عمليّةُ ربط سطحيّ ساقين مقطوعين حديثا بحيّث تنموُّ خلايأهمّا معاً، وبذلك يحدث التحام نسيجُي بين قطعتي الساقين عن طريق تكوين طبقةٍ نسيجُيةٍ رابطةٍ تُعرَف بنسيجُ الجروح، تبدأ خلايا هذا النسيجُ بالتمّايز إلى خلايا خشبيةٍ وخلايا لحائيةٍ تربط خشب ولحاء الأصل مع خشب ولحاء الطعم.

ويتضمن التطعيم اتّحاد ساقٍ مأخوذةٍ من نباتٍ ذي صفُّاتٍ مرَّغوبةٍ يُسمَّى(الطعم) مع ساق شجرة ثابتة ذات جذورٍ قويةٍ تُسمَّى(الأصل) إذ تستخدم هذه العمليّةُ في إكثار نباتاتٍ ذات صفُّاتٍ مرَّغوبةٍ.

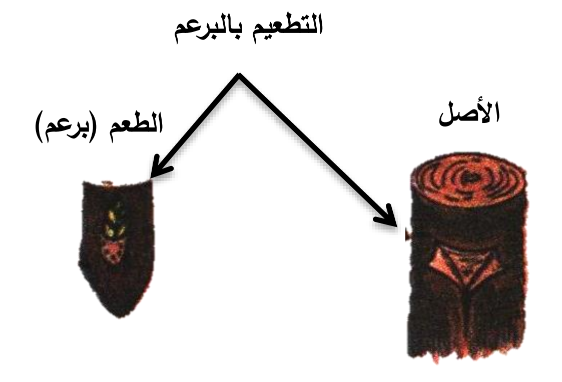


شكل (80) يبين التطعيم

ويوجد نوعان رئيسان من التطعيم هما:

أ- التطعيم بالبراعم

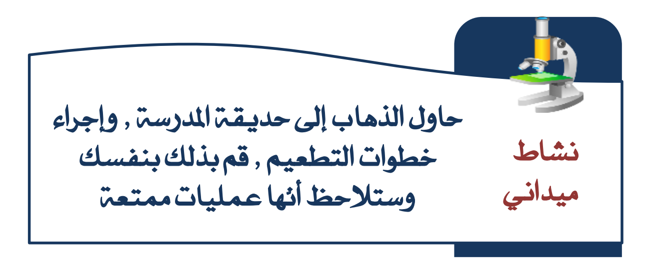
يؤخذ برعم من نباتٍ ذي صفُّاتٍ مرَّغوبةٍ يراد إكثاره ويتمّ عمل شق على شكلٍ حرف T ضمن ساقٍ نبات الأصل وترفع حافتاه ويوضع فيه البرعم بحيّث تنطبق انسجة البراعم على كامبيوم الأصل ثمّ يربط عليها جيداً.



شكل (81) يبين التطعيم بالبراعم

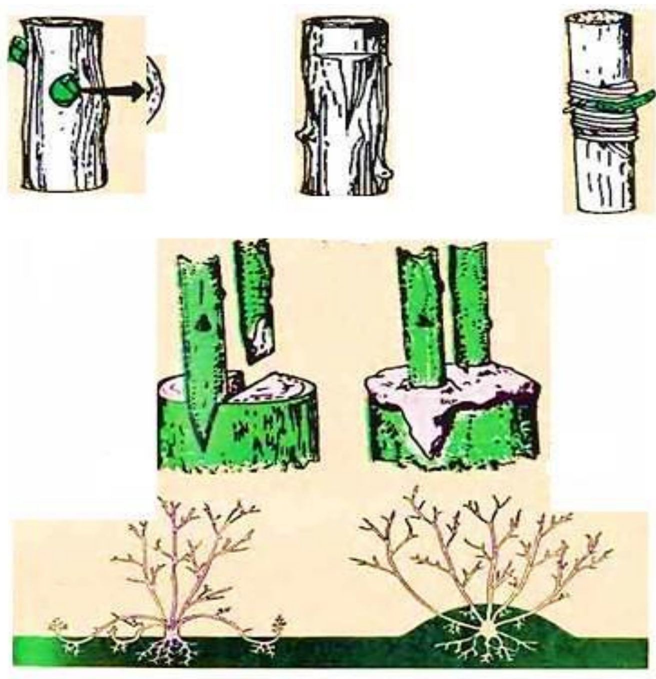
ب- التطعيم بالقلم (بالشق)

يتمّ بقطع ساقَ الشجرة الأصل أفقيا قرب سطح التربـة , وبعد ذلك يعمل بها شق عمودي. بعدها يؤخذ فرع من الطعم يحتوي علـى عددُ من البراعم ويبرى طرفه بشكل يطابق الشق ويوضع باحتراس في هذا الشق بحيّث تنطبق انسجة الكمبيوم في الطعم والأصل بعضها على بعض ثمّ يربط بعد ذلك مكان التطعيم، وقد يستعمل أكثر من قلمٍ وأحدُ اذا كان ساق الأصل كبيراً.



نشاط ميداني

حاول الذهاب إلى حديقة المدرسة , وإجراء خطوات التطعيم , قم بذلك بنفسك وستلاحظ أنها عمليات ممتعة



شكل (82) يبين التطعيم بالقلم

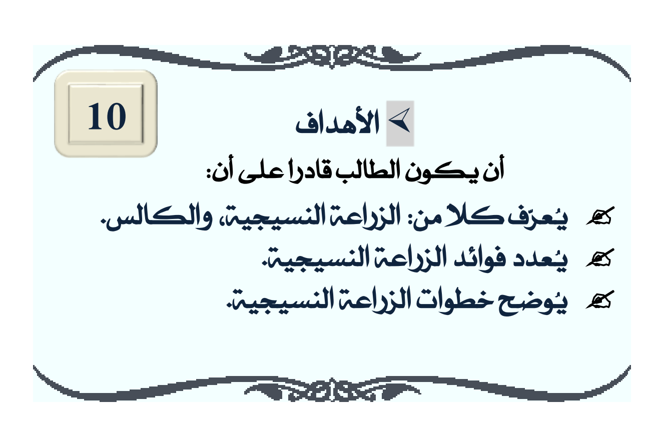


معلومات إثرائية

لا يمكن الحصول على تطعيمات ناجحة إلا عندما ينتمي كل من الأصل والطعم إلى أنواع متقاربة، كتطعيم البرتقال على الليمون أو النارنج وتطعيم الأجاص على الخوخ

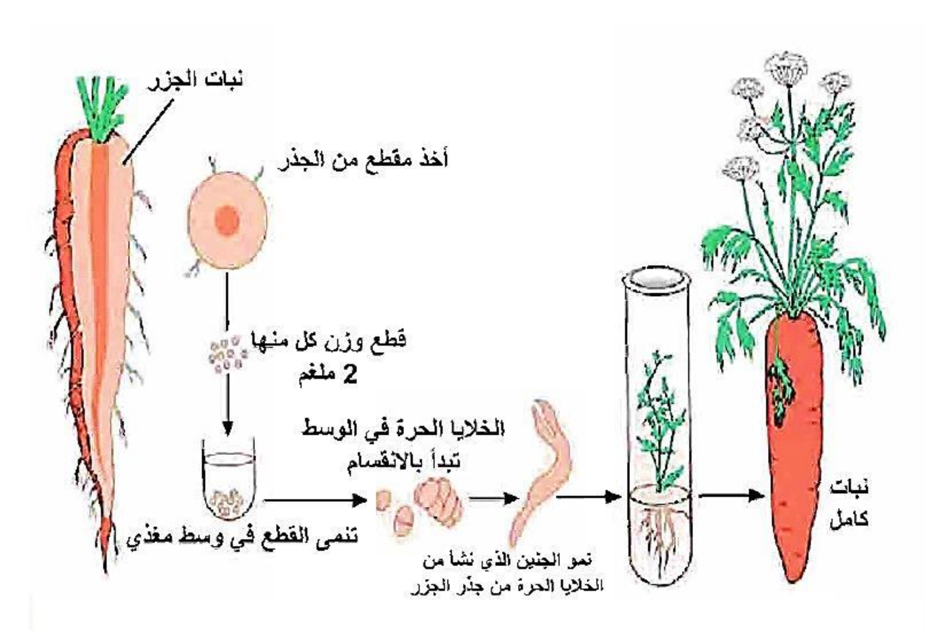
❖ أهمّية التكاثر بالتطعيم

1. لإكثار النباتات الّتي لا تنتج بذوراً.
2. لإكثار النباتات الهجينة دون تغيير وذلك لان بذورها لا تعطي جميعها نباتات شبيهةً بالأبوين.
3. لإكثار نباتات تنبت بذورها بنسبٍ منخفضةٍ.
4. لتكييف النباتات لبيئاتٍ جديدةٍ, مثال ذلك نجد جذور أشجار الأجاص لا تنموُّ جيداً في تربةٍ رمليةٍ ولكن يمكن زراعتها بنجاح في مثل هذه التربة عن طريق التطعيم على أصول أشجار الخوخ الّتي تزدهر في مثل هذه التربة.
5. لزيادة سرعة التكثير والإسراع بالأثمّار.
6. تمّنع الإصابة ببعض الطفيليات الّتي تهاجم جذور بعض أنواع النباتات, مثال على ذلك نجد جذور العنب الأوربي عادةً عرضة للإصابة لنوع من الطفيليات الّتي لا تصيب العنب الأمرَّيكي, فإذا تمّ تطعيم العنب الأمرَّيكي بطعوم من العنب الأوربي فان الأخيرة تنموُّ دون التعرض لهذه الطفيليات.



5- الزراعة النسيجية Tissue Culture

زراعة أي جزءٍ صغيرٍ من الأجزاء النباتيّة (كالخلايا، أو القمم المرّستيمية، أو الساق، أو المتوك، أو المبايض، أو الجذر) على أوساط غذائية Media سائلةٍ أو شبه صلبةٍ داخل أوعيةٍ صغيرةٍ أو كبيرةٍ كانابيب الاختبار أو الأطباق وغيرها في ظروف معقمة داخل كابينة الزرع.



شكل (83) يبين الزراعة النسيجية لنبات الجزر

❖ فوائد الزراعة النسيجُية

1. سرعة تكثير السلالات النباتيّة المرَّغوبة.
2. حفظ المصادر الوراثّية للنبات والحصول على سلالات معدلة وراثياً من زراعة البروتوبلاست وخالية من الأمرَّاض.
3. الحصول على هجائن يصعب انتاجها بطرائق عادية.
4. الحصول على نباتات مقاومة للملوحة والتغييرات الحرارية.
5. التغلب على المعوقات الزراعية مثل طول دورُة حيّاة النبات كالنخيل.

❖ خطوات الزراعة النسيجُية

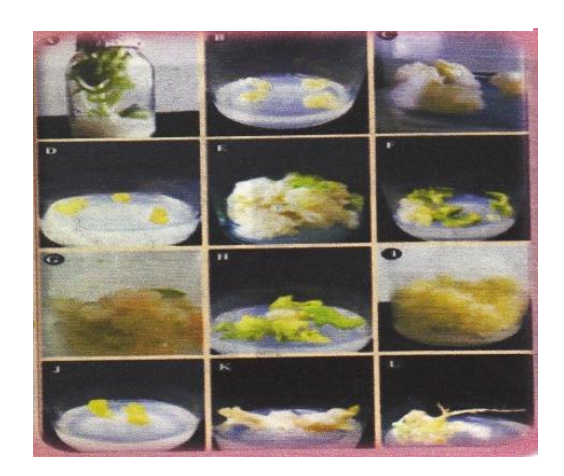
1. الحصول على الأجزاء النباتيّة المناسبة مثل (جذر, ساق, ورقة, زهرة متك أو قمة نامية).
2. تعقيم الأجزاء النباتيّة جيدا (بالكحول) وإزالة الأنسجة النباتيّة التالفة.
3. يقطع الجزءِ النباتي إلى أجزاء صغيرة بشرط أنّ تكون الخلايا حيّةٍ.
4. تزرع الأجزاء النباتيّة الصغيرة في أوساط غذائية معقمة بشرط توفر حرارة ورطوبة وإضاءة مناسبة.
5. يظهر المجموع الخضري في وسط غذائي ثمّ تتكوّن له جذور.
6. تنقل النباتات الصغيرة إلى بيوت زجاجية, وبعد وصولها لمرَّحلة من النموُّ تنقل إلى البيئة الطبيعية.

تنموُّ هذه الأجزاء النباتيّة المزروعة وتيتحوّل إلى خلايا برنكيمية غير متميّزة (الكالس Callus) وغير منتظمة الشكل وسائبة وهي تنشأ عادةً من الخلايا المرَّستيمية للانسجة النباتيّة الّتي تنموُّ منه الأجزاء النباتيّة الجديدة.

توجيه

على المدرس القيام بتنفيذ خطوات الزراعة النسيجية داخل المختبر أمام الطلاب واعداد اوساط غذائية مناسبة وجلب بعض الأجزاء النباتية كخلايا (القمة النامية, الجذر, الساق, الورقة, الزهرة)لنباتات متوفرة في بيئته

يحتاج الكالس إلى مدة زمنية مناسبة بعد استحداثه لينمو ويصل الحجم المناسب



شكل (84) يبين الكالس لأجزاء نباتية مختلفة من نبات القرع

11

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: الزهرة، أوراق الكأس، المتك، والميسم.
- يُعدد أجزاء الزهرة.
- يَرسم مع التأشير كلا من: المدقة، السداة.
- يُحدد وظائف كل جزء من أجزاء الزهرة

قال تعالى ﴿ وَهُوَ الَّذِي انزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ﴾

(سورة الانعام:99)

التكاثر الجنسيّ في النباتات الزهرية

❖ الزهـــــرة Flower

عضو مهمّ في النباتات الزهرية، إذ أنّ استمرَّار الحيّاة لهذه النباتات يعتمّد على الفعالية التكاثرية للإزهار. والزهرة عبارةُ عن غصن متخصص يحمل أوراقاً محورة ومتخصّصة للقيام بعمليّةُ التكاثر الجنسيّ وتكوين الثمّار والبذور. وتنشا الأزهار من البراعم الزهرية وهي تختلفٍ عن البراعم الخضرية الّتي تنشأ منها أفرع السيقان في عدم استطالة سُلامياتها لذلك فان الأعضاء الزهرية تبدو متقارية وليست مفصولة بسُلاميات واضحةٍ على المحور الزهري.



❖ أجزاء الزهـرة

تتكوّن الزهرة من أربعة أجزاء هي من الخارج إلى الدّاخل:

1- أوراق ألكاس Sepals

وهي تراكيب صغيرة خضر شبيهُة بالأوراق الاعتيادية متصلة بالتخت وتقوم (بحماية الأجزاء الزهرية قبل تمّام نضوجها في البرعم الزهري).

2- أوراق التويج Petals

وهي أوراق تقع إلى الدّاخل من الأوراق الكاسية وعادةً ما تكون ملونة وجذابة ويكون عددُ الأوراق التويجية عادةً بقدر الأوراق الكاسية أو مضاعفاتها. أنّ وظيفة هذه الأوراق هي (جذب الحشرات عن طريق ألوانها الزاهية أو عن طريق الغدد الرحيّقية الّتي تفرز الرحيّق الّذي ينجذب إليه كثير من الحشرات والّتي تكون مهمّة في نقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى)، ومن الجدير بالذّكر أنّ الأوراق الكاسية والتويجية ليس لها دورُ مباشر في عمليّةُ التكاثر الجنسيّ وتكوين البذور.

3- الأسدية Stamens

تمّثل السداة الجزءِ الذّكري المسؤولُ عن انتاج حبوب اللقاح وتوجد عادةً إلى الدّاخل من الأوراق التويجية، وتتركب السداة من:

أ. الخيط Filament: هو عنق رفيع يحمل عند قمته المتك.

ب. المتك Anther: وهو عبارةُ عن تركيبُ منتفخٍ اسطواني أو بيضوي الشكل يتكوّن من غرف يحوي بداخلها حبوب اللقاح، وغالباً ما تكون الأسدية سائبةً وتكون أحيّاناً ملتحمة الخيوطِ أو ملتحمة المتوك، أمّا عددُ الأسدية فقد تكون مساوية لعددُ الأوراق التويجية أو مضاعفاتها ويكون أحيّاناً غير محدد.



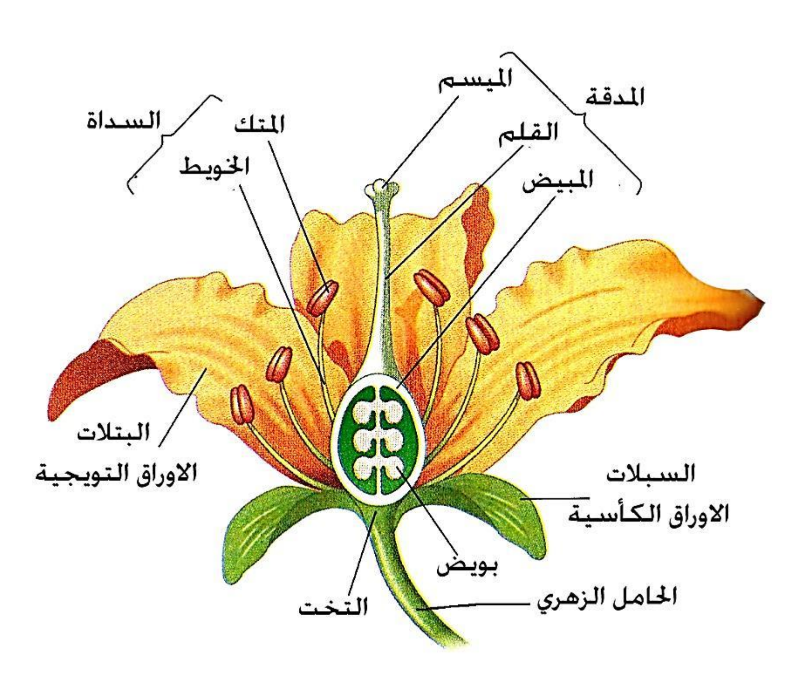
4- المدقة Pistil

تمثّل جزءِ الزهرة الأنثوي المسؤولُ عن تكوين البويضات وتحتل المدقة عادةً مركز الزهرة وتتركب من عدّة أجزاء هي:

أ. المبيض Ovary: يمثل الجزءِ القاعدي المنتفخ من المدقة ويتكوّن بداخله البويضات المرَّتبطة بجدار المبيض عن طريق عنقٍ قصيرٍ يُسمَّى بالحبل السري.

ب. القلم Style: تركيبُ اسطواني رفيع ومجوف يربط المبيض بالجزءِ العلوي.

ج. الميسم Stigma: هو الجزءِ القمي والمنتفخ قليلا من المدقة ويكون في أغلب الأحيّان خشنا أو مهدبا ويكون عادةً مغطى بسائل لزج لتسهيل عمليّةُ التصاق حبوب اللقاح عليه.



شكل (85) يبين الأجزاء المختلفة للزهرة



12

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- ✍ يوضح كلا من: تركيب المتك، تكوين حبوب اللقاح ، تكوين البويضات.
- ✍ يرسم كلا من: مراحل نضج الكيس الجنيني.
- ✍ يعرف كلا من: الخلايا السمتية، الزهرة التامة، الجويزاء.

❖ بعض المصطلحات الزهرية

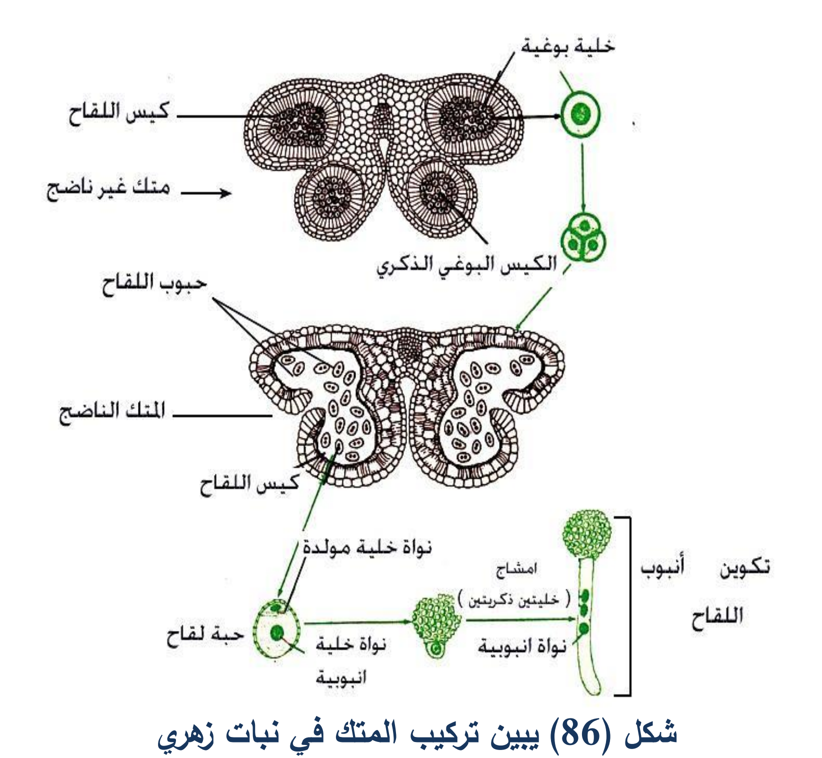
1. الزهرة الكاملة Complete: تحتوي الزهرة على جميع الأجزاء الزهرية.
2. الزهرة غير الكاملة Incomplete: غياب أي جزءٍ من الأجزاء الزهرية.
3. الزهرة التامة Perfect:اذا احتوت الزهرة على كلِّ من الاسدية والمدقات مثل أزهار الورد الجوري والزنبق والقرنفل وغيرها.
4. الزهرة غير التامة Imperfect:عندما تحوي الزهرة على أحدُ الأجزاء الزهرية الرئيسة أمّا على الاسدية أو المدقات كما في أزهار الذرة والجوز والنخيل
5. الزهرة العقيمة Sterale: قد تفقد الزهرة كلِّ من الأجزاء الذّكرية والانثوية.

قد تكون الزهرة تامةً ولكنها غير كاملة كما هو الحال في أزهار الحنطة والشعير والشوفان، اذ تحتوي على أسدية ومدقاتٍ معا ولكنها تفتقر إلى الأوراق الكاسية التويجية أو قد تفتقر إلى الأوراق التويجية فقط كما في أزهار الشوندر.

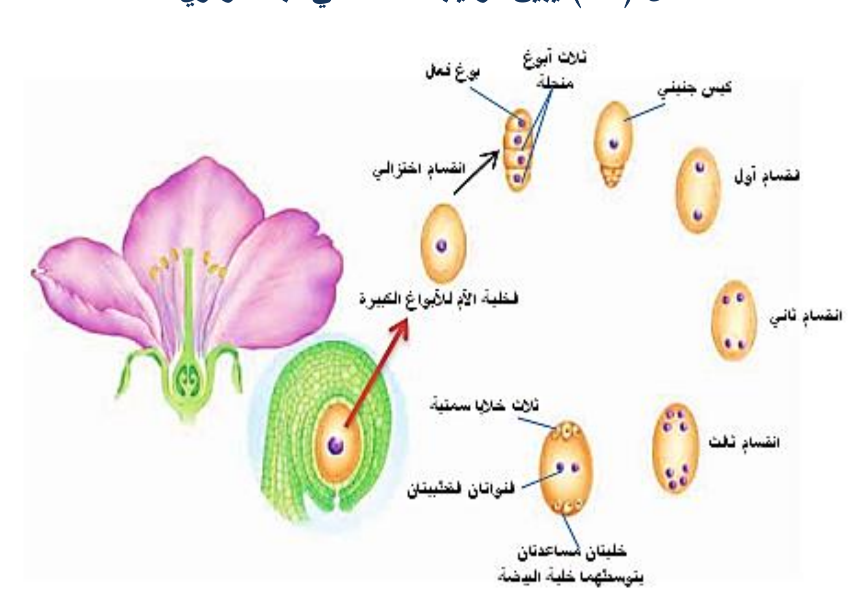
❖ المتك وتكوين حبوب اللقاح

يتكوّن المتك من فصين طوليين ملتحمين بنسيجُ حشوي رابطٍ يمتد من قاعدّة المتك إلى قمته، تخترقها حُزمِةٌ وعائية ويتألّف كلِّ فصٍ من ردهتين يُطلق على كلِّ منهما كيس اللقاح Pollen Sac (حافظة الأبواغ الصغيرة). تتكوّن بداخلها حبوب اللقاح Pollen Grains، وعندما تنضج المتك تنحل خلايا النسيجُ الفاصل بين ردهتي الفص الوأحدُ وتصبح ردهةً واحدة مفتوحة إلى الخارج عن طريق شقٍ طولي خارجيٍّ، وبذلك تصبح حبوب اللقاح معدّة للانتشار إلى الخارج.

تحوي أكياس اللقاح في البداية على الخلايا الأم للأبواغ الصغيرة وتكون الخلايا الأم هذه (2 س) وتمرَّ هذه الخلايا بعمليّةُ الانقسام الاختزالي ينتج عنه أربعة أبواغ صغيرة والّتي تكون (1س)، تنفصل الأبواغ الصغيرة الأربعة عن بعضهما البعض وتتّخذ شكلّا مميزا حسب نوع النبات، تنقسم نواةً البوغ الصغيرة انقساما اعتياديا وتحاط كلٍّ من النواتين النّاتجتين بالسايتوبلازم مكوّنة خليّة انبوبية Tube Cell وخليّة مولدة Generative Cell ويُطلق عليهما في هذه المرَّحلة حبة اللقاح وهي تشكلٍّ (الطّور المشيجي الذّكري غير الناضج) وعند هذه المرَّحلة تنشر حبوب اللقاح من المتك إلى الخارج بأعداد تقدر بالمئات عن كلِّ متك. وتكون حبة اللقاح محاطة بجدار سميك ذي أشواك أو أهداب أو يكون خشنا ويتخذ أشكال مختلفةٍ حسب نوع النبات ويحوي عددُ من المناطق الدقيقة تُدعَى ثقوب الانبات.



شكل (86) يبين تركيب المتك في نبات زهري



شكل (87) يبين مراحل نضج الكيس الجنيني

❖ المبيض وتكوين البويضات

يبدأ نموُّ البويض بشكل نتوء صغير يُدعى الجويزاء متصل بجدار المبيض عن طريق الحبل السري ويكون محاطاً بغلافٍ أو غلافين من خلايا حشوية تُدعَى أغلفة البويض ينموَّان من قاعدّة الجويزاء ويحيّطان إحاطةً كاملةً إلا عند القمة إذ تُترك فتحةٌ صغيرةٌ جداً تُدعَى فتحة النقيُّر. وتتولد داخل الجويزاء خليّة معقدةٌ يُطلق عليها بالخليّة الأم للأبواغ الكبيرة فتعاني انقساما اختزالياً لتكوين أربعة ابواغ كبيرة (1س)، تترتب في صفٌ وأحدُ. ثمّ تنفصل ثلاثٌ منها ويبقى البوغ الرابع البعيد عن فتحة النقيُّر عادةً ليكون بوغا كبيرة فعالاً والأخير يمثل (الطّور المشيجي الأنثوي الغير ناضج) وتُسمَّى في حالة مغطاة البذور (الكيس الجنيني) الّذي يزداد في الجسم بزيادة الكتلة السايتوبلازمية والنواةً، بحيّث يمثل الجزءِ الأكبر من البويض ثمّ تعاني نواةً الكيس الجنيني ثلاث انقساماتٍ اعتياديةٍ متتابعةٍ تنتهي بتكوين ثمّان نوى داخل الكيس الجنيني وكما يأتي:

1. تنتظم ثلاث منها في الطرف النقيُّري من الكيس الجنيني ثمّ تحاط بأغشية خلوية مكوّنة خلايا تمثّل الوسطى منها خليّة البيضة Egg Cell والاثنتان المجاورتان تقيمان خليتان مساعدتين.
2. تنتظم ثلاث منها في الطرف المقابل من الكيس الجنيني تحاط النوى الثلاث بأغشية خلوية مكوّنة خلايا تُعرَف بالخلايا السمتية.
3. النواتان في المرّكز تُعرَف بالنواتين القطبيتن في وسط الكيس الجنيني ويمثل الكيس الجنيني في هذه الحالة الطّور المشيجي الأنثوي الناضج.

13

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف كلا من: التلقيح، الإخصاب المزدوج، القصرة، السويداء.
- يقارن بين التلقيح الذاتي والخلطي.
- يرسم بذرة من ذرات الفلقة الواحدة والفلقتين.
- يبين أنواع البذور الناضجة



❖ التلقيح وتكوين انبوب اللقاح

أ- التلقيح Pollination

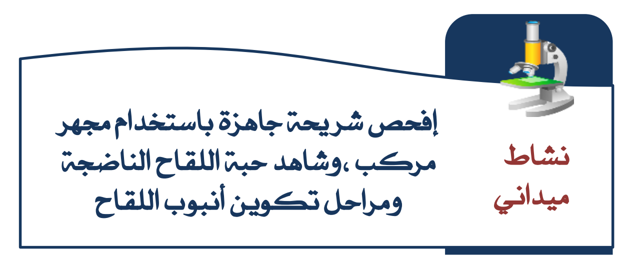
هو عمليّةُ انتقال حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم للنوع نفسه من النبات ممّا يؤدي إلى تكوين البذور، ويكون على نوعين هما:

1. **التلقيح الذاتي Self Pollination:** وهو انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم نفس الزهرة أو زهرة أخرى للنبات نفسه كالحنطة والشعير.
2. **التلقيح الخلطي Cross Pollination:** هو انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم زهرة أخرى لنبات آخرَ من النوع نفسه أو نوع آخرَ تنتمّي إلى نفس الجنس عادةً كالنخيل.

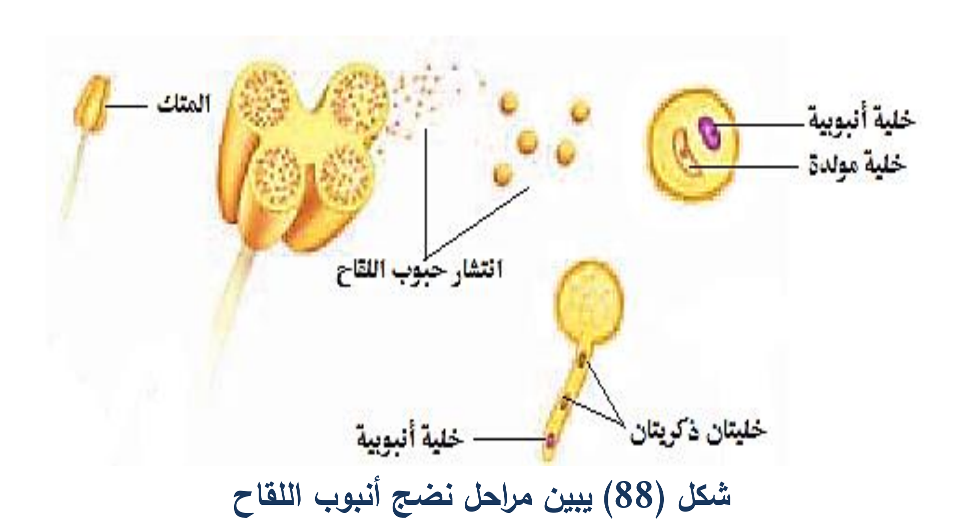
ب-تكوين انبوب اللقاح

بعد سقوط حبة اللقاح (تحوي خليّة انبوبيةً وخليّة مولدة) على الميسم ينموُّ انبوب اللقاح ويخترق الميسم والقلم حتّى يصل إلى المبيض الّذي يحوي البويضات، وبالرغم من سقوط عدّة حبوب لقاح على الميسم مكوّنة عدّة انابيب

لقاح إلّا أنّ وأحدًا فقط يدخل البويض الوأحدُ. وإثناء نموُّ انبوب اللقاح تعاني الخليّة المولدة فيه انقساما اعتيادياً وأحدًا مكوّنة خليتان ذكريتين sperm cells يحوي انبوب اللقاح على خليّة انبوبية وخليتان ذكريتين ويمثل انبوب اللقاح في هذه الحالة الطّور المشيجي الذّكري الناضج الّذي يكون مستُعدًا لعمليّةُ الإخصاب.



قال تعالى ﴿وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا انزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَانبَتَتْ مِن كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ﴾ (سورة الحج: 5)



شكل (88) يبين مراحل نضج أنبوب اللقاح



❖ الإخصاب وتكوين الجنين

بعد أنّ يصل انبوب اللقاح إلى البويض يحصل ما يأتي:

1. يخترق انبوب اللقاح فتحة النقيُّر ويدخل إلى الجويزاء ثمّ إلى الكيس الجنيني ويفرغ محتوياته فيه.
2. اتّحاد أحدُى الخليتان الذّكريتين مع خليّة البيضة مكوّنة بيضة مخصبة (zygote) الّتي تكون (2 س).
3. اتّحاد نواةً الخليّة الذّكرية الثانية (1س) مع النواتين القطبيتين (2س) مكوّنة نواةً السويداء ثلاثية المجموعةُ الكروموسومية (3س).
4. تنحل الخلايا السمتية الثلاث والخليتان المساعدتان والخليّة الانبوبية بعد اكتمّال عمليّةُ الإخصاب.
5. تبدأ البيضة المخصبة بالانقسام الاعتيادي والنموُّ والتمّايز لتكوين الجنين.
6. تنقسم نواةً السويداء عدّة انقسامات اعتيادية مكوّنة نسيجُ السويداء.

الإخصاب المزدوج

هو عملية اتحاد إحدى نواتي الخليتين الذكريتين بنواة البيضة واتحاد نواة الخلية الذكرية الثانية بالنواتين للقطبين وهو صفة مميزة للنباتات الزهرية

السويداء

عبارة عن نسيج خازن للمواد الغذائية يعتمد عليها الجنين أثناء نموه

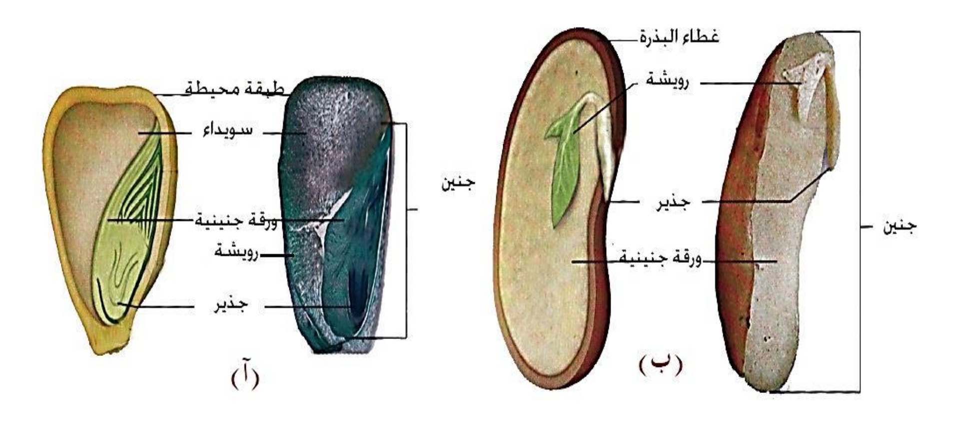
❖ تكوين البذرة

يبدأ تكوين البذرة بانقسام السويداء بعد الإخصاب مباشرة لتكوين نسيجُ السويداء ويلي ذلك نموُّ غلاف أو غلافي البويض ويتحوّله إلى غلاف البذرة الّذي يعرف بالقصرة Testa.

يكون تركيبُ الجنين في البداية بهيئة تركيبُ بسيط ثمّ يأخذ بالنموُّ والتمّايز إلى جنين حقيقي مكوّن من محور جنيني يتألّف من (الرويشة، والجذير، والسويق الفلقي، فلقة واحدة أو فلقتين).

وهناك نوعين من البذور الناضجة:

- بذور تتكوّن من (جنين، وغلاف بذرة، ، وسويداء) تستخدم السويداء بعد زرع البذور والبدء بامتصاص الماء مثل بذور الخروع والحنطة والذرة.
- بذور تتكوّن من (جنين، غلاف بذرة) ولا تحتوي على سويداء لكون الجنين يُستخدمها كغذاء اثناء تكوين البذرة مثل بذور البأقلّاء والفاصوليا.



شكل (89) يبين تركيب البذور (أ) ذوات الفلقة الواحدة (ب) ذوات الفلقتين



نشاط ميداني

جلب بذور ذوات الفلقتين (حمص ، فاصوليا) وبذور ذوات الفلقة الواحدة (القمح ، الشعير) كأس ، ماء ، ملقط:

1. وضع البذور في كأس فيه ماء لعدة أيام، إلى أن تصبح القشرة الخارجية للبذور لينة.
2. نخرج البذور من الماء ثم ننزع برفق القشرة الخارجية عن بذرة ذوات الفلقتين ونفحص المحتويات التي نجدها بداخل البذرة وهي الفلقات التي تحوي الغذاء وزائدتين صغيرتين هما الرويشة التي ينمو فيها الساق والجذير الذي ينمو منه الجذر.
3. تكرر عملية الفحص لأنواع البذور الأخرى ونقارن بين تركيب بذور ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين.



14

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- ✍ يعرف كلا من: الثمار الكاذبة، الثمار العذرية الاصطناعية، هايدرا أحادي المسكن.
- ✍ يميز بين الخلايا الجسمية والخلايا الجرثومية.
- ✍ يذكر دور حبوب اللقاح في النبات.
- ✍ يرسم مقطع طولي في الهايدرا يوضح البرعم والتركيب الداخلي لها.

قال تعالى﴿انظُرُواْ إِلى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ﴾

(سورة الانعام: 99)

❖ تكوين الثمرة

يبدأ تكوين الثمَرَّةٍ عادةً بنموٌ وتضخم جدار المبيض ويكون ذلك مصاحبا لنموٌ البذرة داخل المبيض، إذ تُعدُّ عمليّةُ الإخصاب بمثابة حافز يسبّب اتساع وتضخم المبيض وقد يتُعدَّى التحفيز أجزاء أخرى من الزهرة كالتخت كما هو الحال في التفاح وأغلفة الزهرة كما في التوت وتُسمَّى مثل هذه الثمّار بالثمّار الكاذبة. يحتاج نموُّ المبيض ويتحوّله إلى ثمرَّةٍ كمية كبيرة من الغذاء لذلك تنتقل الموادَّ الغذائية الذائبة كالسكّريات والأحماض الأمينية بسرعة إلى جدار المبيض من خلالَ الأنسجة الوعائية التّي تربط أجزاء الزهرة بالساق. وعند وصولها تيتحوّل إلى موادَّ غذائية غير ذائبة كالنشويات والسكّريات المعقدة والبروتينات والزيوت.



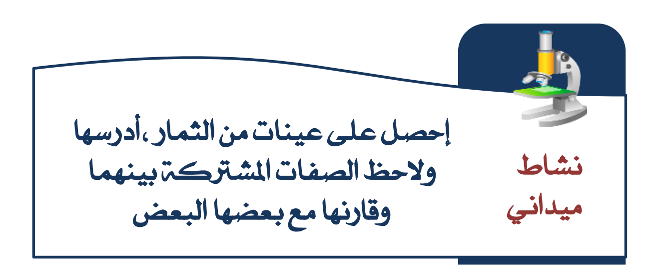
أنّ حبوب اللقاح تؤدي دورُين:

- الدورُ الأوّل: انتاج الخلايا الجنسيّة الذّكرية الّتي تخصب البيوض بعمليّةُ الإخصاب المزدوج وينتج عن ذلك تكوين البذور.
- الدورُ الثاني: نموُّ حبوب اللقاح يحفز تكوين هرمونات تنظيم عمليّةُ نضج المبايض وتحويلها إلى ثمّار.

❖ الثمّار العذرية

نوع من الثمّار تتكوّن بدون تلقيح، وهي على نوعين:

- الثمّار العذرية الطبيعية: ثمّار تنموُّ بصورة طبيعية بدون تلقيح تتميّز بعدم احتوائها على البذور ويُعتقد أنّ مبايض أزهار هذه النباتات ذات محتوى هرموني عال مثل الاناناس والبرتقال أبو السرة.
- الثمّار العذرية الاصطناعية: ثمّار ناتجة من عمليّةُ رش أو حقن مبايض بعض الأزهار بهرمونات نباتيّة خاصّة تؤدي إلى نموُّ ونضج المبيض ويتحوّله إلى ثمرَّةٍ إلا أنّ الثمّار النّاتجة تكون عديمة البذور.



التكاثر في الحيوانات متعددة الخلايا

تقسم خلايا الحيّوان عديدة الخلايا إلى مجموعتين رئيستين:

1. الخلايا الجسمية: تتضمن الخلايا (الطلائية، الرابطة، العضليّة، والعصبيّة)، وتقوم هذه الأنواع المختلفة بجميع وظائف الجسم عدا التكاثر الجنسيّ.
2. الخلايا الجرثومية: وهي الخلايا المولدة للأمشاج الّتي تتضمن النطف Sperms (الأمشاج الذّكرية) والبيوض Ova (الأمشاج الانثوية) وتتكوّن النطف والبيوض في أعضاء خاصّة هي المناسل Gonads. ويُدعى منسل الذّكر بالخصية Testis ومنسل الانثى بالمبيض Ovary.

وتضم الحيّوانات متُعددُة الخلايا شعباً حيّوانية كثيرة تحوي نماذج عديدة تلجأُ للتكاثر، وسندرس شعبة اللاسعات Phylum Canidaria ومثال عليها الهايدرا, وشعبة الديدان المسطّحةٍ Phylum Platy Helminthes ومثال عليها دودة البلاناريا.

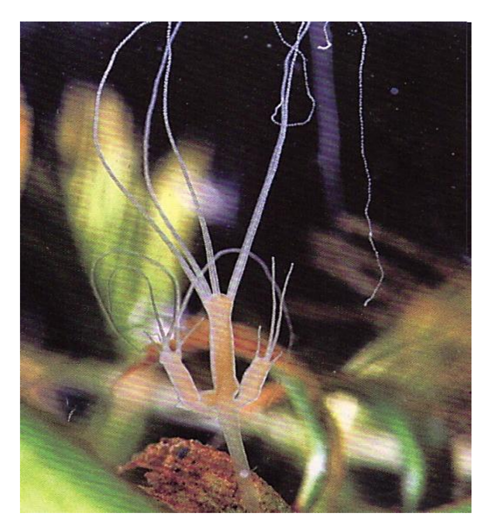
التكاثر اللاجنسي في الهايدرا

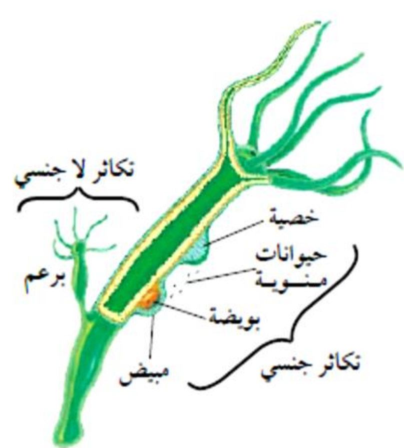
حيّوان يعيش في المياه العذبة والمالحة، وتكون الهايدرا Hydra أمّا أحاديّة المسكن Monoecious أي خنثى Hermaphrodite (مبايض وخصى في نفس الحيّوان)، أو قد تكون هناك أنواع منفصلة الأجناس أي ثنائية المسكن (الخصى في حيّوان والمبايض في حيّوان آخرَ). وتتكاثر الهايدرا لا جنسيا بطريقتين هما:



1. التبرعـــم

يحدث هذا النوع من التكاثر عندما يتوافر الغذاء، إذ يتكوّن عند بداية الثلث القاعدي من الجسم انتفاخ صغير يُسمَّى البرعم يحوي تجويفاً يمثل امتداداً للتجويف الرئيس للحيّوان الأصل, ينموُّ هذا الانتفاخ ويزداد طولاً وعند وصوله إلى الحجم المناسب تظهر في نهايته البعيدة بروزات صغيرة تنموُّ لتكوّنَ المجسات، ويتكوّن الفم في وسط هذه النهاية وعندما ينضج البرعم يتكوّن تخصر في قاعدته، ويزداد هذا التخصر عمقاً وبصورة تدريجية إلى أنّ ينفصل البرعم عن الحيّوان الأصل، وتغلق قاعدته كما تغلق الفتحة الّتي تركها في جسم الأصل ويبدأ حيّاة جديدة.





شكل (90) مقطع طولي في الهايدرا يوضح البرعم والتركيب الداخلي فيها

2.التقطيع والتجدد

هو قدرة الحيّوان على تعويض الجزاء المفقودة في الجسم, إذ يتكاثر المخلوق عن طريق أحدُ أجزائه بإذن الله. فعند تقطيع الهايدرا إلى عدّة قطع يتجدد معظمها إلى هايدرا صغيرة الحجم، وتحتفظ كلّ قطعة بقطبيتها الأصلية، فالرأس ينموُّ عند الطرف الامامي.

15

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُميز بين الخصى والمبايض في الهايدرا.
- يَشرح كلا من: التكاثر الجنسي في الهايدرا، أعضاء التناسل في البلاناريا.
- يُعرف كلا من: الخلايا البينية، التقطيع والتجدد.
- يَرسم كلا من: تركيب الخصية، المبيض.

التكاثر الجنسيّ في الهايدرا

❖ تكوين النطف والبيوض

تظهر المناسل في الهايدرا على شكلِّ بروزات محاطة بالطبقةِ الخارجيِّة لجدار الجسم المتمثّلة بـ:

أ- الخِصية: تتّخذ شكلّاً مخروطياً في النصفُ العلوي لجسم الهايدرا قرب المجسات.

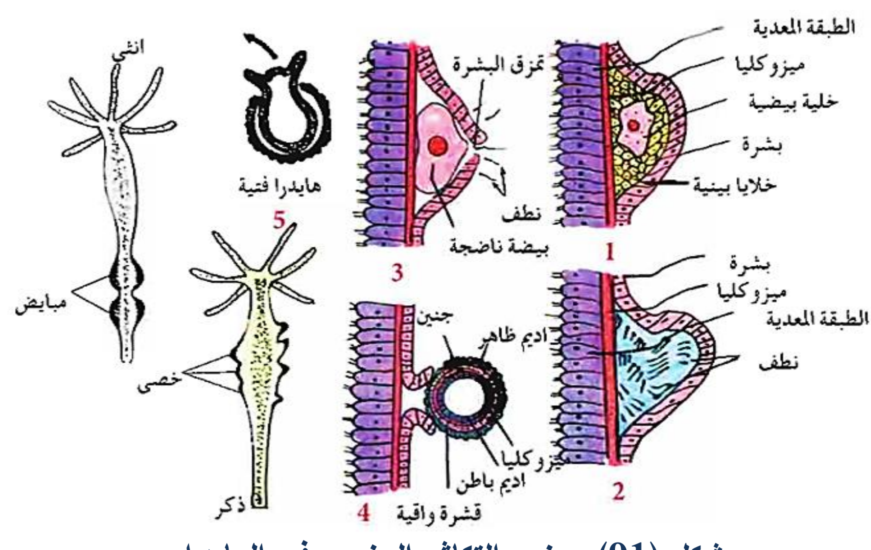
ب-المبيض: يظهر على شكلِّ بروز مسطح ثمّ يتكور في النصفُ السفلي قرب القرص القاعدي.

وتنشأ كلّاً من الخصى والمبايض من الخلايا البينيّة (الخلايا البينّية (وهي خلايا غير متخصّصة توجد في جدار جسم الهايدرا مسؤولُة عن تكوين أي نوع من الخلايا عند الحاجة) فتصبح هذه الخلايا سليفات نطف أو بيوض. وتعاني سليفات النطف مرّاحل تكوين النُطف وتنضج، كذلك يكبر حجم أحدُى خلايا سليفات البيوض وعادةً المرّكزيّة منها وتحصل على الغذاء من الخلايا المجاورة المنحلة، وتعاني عمليات تكوين البيضة لتنتج خليّة البيضة الناضجة كبيرة الحجم.



وفيما يأتي شرح للتكاثر الجنسيّ في الهايدرا:

1. عند ارتفاع تركيز (CO_2) في الماء في الخريف وتغيير درجة الحرارة تتحفز الهايدرا على تكوين المبايض (بداخلها البيضة)، والخصى (بداخلها النطف).
2. تتحرر النطف من خلالَ ثقب في قمة الخصية إلى الماء لكي يلتقي أحدُاها بخليّة البيضة.
3. تنشق طبقةٍ البشرة المغطية للبيضة وتبقى ملتصقة بقاعدّة المبيض وهي ثابتة في مكانها إلى أنّ تلتقي بالنطفة السابحة نحوها فيحدث الإخصاب وتتكوّن البيضة المخصبة.
4. تنموُّ (البيضة المخصبة) وهي مازالت ملتصقة بجسم الهايدرا ألام إلى أنّ تصل إلى دورُ الأريمة **blastula**، ثمّ دورُ المعيدة **gastrula**.
5. تُفرز قشرة واقية حول المعيدة وتنفصل عن جسم ألام وتبقى في فصل الشتاء مقاومة للظروف غير الملائمة إذ تخرج من القشرة هايدرا فتية تنموُّ في الربيع.

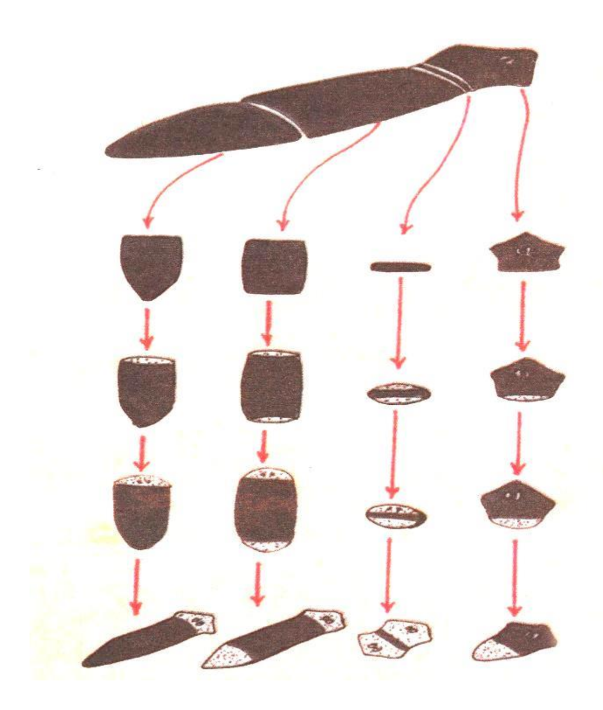


شكل (91) يوضح التكاثر الجنسي في الهايدرا



التكاثر اللاجنسي في دودة البلاناريا

يتمّ بطريقة التقطيع والتجدّد، فعند تقطيع الدودة إلى عدّة قطع، فان هذه القطع تنموُّ وتتجدد لتكوّنَ ديدان كاملةً جديدة. إذ أنّ كلِّ قطعةٍ تحتفظ بقطبيتها الأصلية، فالرأس ينموُّ عند الطرف الامامي والذّيل عند الطرف الخلفي. وتتكاثر بلاناريا المياه العذبة لا جنسيا بطريقة الانشطار، إذ يتخصر الحيّوان خلف البلعوم ويزداد هذا التخصر تدريجيا ثمّ ينقسم إلى فردين.



شكل (92)
يوضح التكاثر اللاجنسي
في البلاناريا
(التقطيع والتجدد)



التكاثر الجنسيّ في البلاناريا

البلاناريا : خنثى Hermaphroditic تمّتلك أعضاء ذكرية وانثوية.

❖ الأعضاء الذكرية

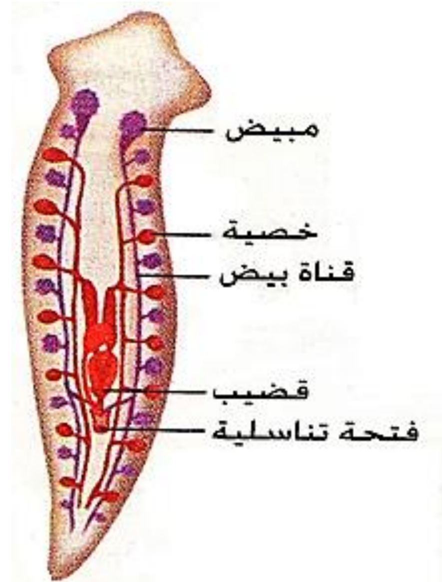
تتكوّن من العديد من الخصى الكرويّة ترتبط بقناة نأقلّة للنطف في كلِّ جانب. ترتبط القناتان عند القضيب الّذي بدورِه يدخل إلى المجمع التناسلي والحويصلة المنويّة تقع عند قاعدّة القضيب، تنشأ النطف في الخصى وتنقله القناة النأقلّة إلى الحويصلة المنويّة وتبقى فيها لحيّن الحاجة.

❖ الأعضاء الانثوية

تتكوّن من مبيضين وقناتي بيض طويلتين تتصل بهما غدد محيّةٍ عديدة. والرحم Uterus والمهبل يفتحان في المجمع التناسلي. تنشأ البيوض في المبيض وتمرَّ إلى قناة البيض ثمّ الرحم إذ يحصل الاخصاب وتتكوّن الشرنقة Coccon.

الجماع

يقترن حيوانان فتنتقل النطف ما بينهما، وأعضاء التناسل مصممة بحيث تمنع الإخصاب الذاتي



شكل (93) يوضح جهاز التناسل في البلاناريا



16

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُوضح الجهاز التناسلي الذكري في الحشرات.
- يَرسُم الجهاز التناسلي الأنثوي في الحشرات.
- يُحدد وظيفة كلا من: الغدد المساعدة في حشرات مختلفة، وغدة المستودع المنوي.
- يُقارن بين الحشرات البيوضة والبيوضة الولودة.

التكاثر في الحشرات

تُعدُّ الحشرات من شعبة المفصليات، والحشرات منفصلة الأجناس ويمكن تمّييز الاناث من الذكور عن طريق الزوائد الّتي تحيّط بالفتحة التناسلية في نهاية البطن ومن حيّث اللون، ووجود الأجنحة وعدم وجودها فضلاً عن شكلِّ اللوامس والأرجل.

وتقسم الأعضاء التناسلية في الحشرات إلى قسمين:

1. الأعضاء الدّاخليّة: تتكوّن من زوج من المناسل (gonads) ومجموعةُ من الأقنية الصادرة وبعض الملحقات مثل الغدد الإضافية (gonads) والمستودع المنوي.

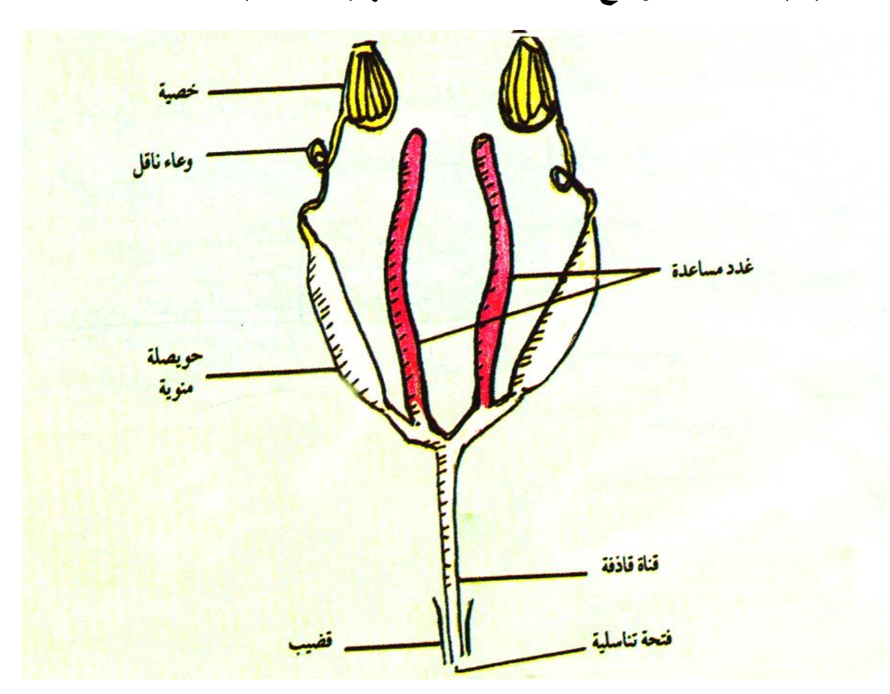
2. الأعضاء الخارجيِّة: تتمثّل بآلة وضع البيض (ovipositor) في الانثى وآلة الجماع (copulatory apparatus) في الذّكر.



❖ الجهاز التناسلي الذّكري

يتألّف من (الخصيتان، الوعاءان الناقلان، حويصلتان منويتان، غدتان مساعدتان، القناة القاذفة، القضيب).

1. **الخصى (testes):** تتألف من مجموعةُ انابيب منوية، تحتوي على الخلايا الجرثومية في مرّاحل متسلسلة من النموُّ.
2. **الوعاء الناقل:** تتحرر إليه النطف من الانابيب المنويّة للخصية.
3. **الحوصلة المنويّة:** هو توسّع جزءٍ من الوعاء الناقل.
4. **القناة القاذفة:** يتكوّن من اتّحاد القناتين الناقلتين للنطف.
5. **القضيب:** آلة الجماع الّتي تمثّل نهاية القناة القاذفة وتنتهي في قمته الفتحة التناسلية.
6. **الغدة المساعدّة:** تفرز سائلاً مخاطياً قد يجف مكوّناً ما يشبه الكيس يحيّط النطف، وتقع هذه الغدد عند النهاية الامامية للقناة القاذفة.



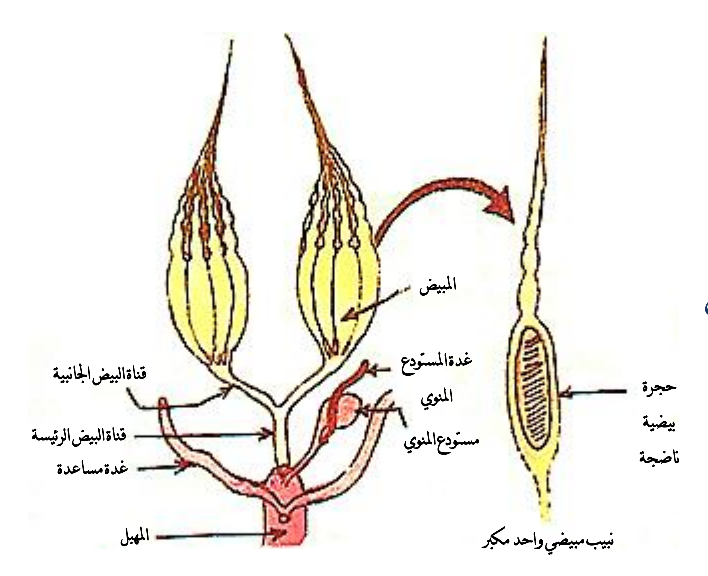
شكل (94) يوضح الجهاز التناسلي الذكري في الحشرات



❖ الجهاز التناسلي الأنثوي

يتألّف من:(زوج من المبايض، قناتي بيض جانبيتين، قناة بيض رئيسة، المهبل، المستودع المنوي، الغدد المساعدّة)

1. **المبيض Ovaries:** يتكوّن من نبيبات بيض تُسمَّى فروع المبيض، وهذه النبيبات تحتوي على (سليفات البيوض، خلايا بيضية متسلسلة الأحجام، خلايا مغذية، وخلايا نسيجُية).
2. **قناة بيض جانبية:** وهي قناة تنقل البيوض من المبيض إلى قناة البيض الرئيسة.
3. **قناة بيض رئيسة:** تنقل البيوض من قناة بيض جانبية إلى المهبل.
4. **المهبل Vagina:** تطرح فيه البيوض الناضجة وقد تفقس بيوض بعض الحشرات فيها.
5. **المستودع المنوي:** تركيبُ كيسي قد يكون عددُه اثنان أو ثلاثة حسب نوع الحشرة يتسلّم النطف خلالَ الجماع ويُطلقها فيما بعد لتخصيب البيوض. يتصل بالمستودع غدة المستودع المنوي الّتي تقوم بإفراز سائل يحفظ النطف أثناء بقائها في المستودع.
6. **الغدد المساعدّة:** غدد تفتح في المهبل تفرز موادَّ مختلفةٍ حسب نوع الحشرة فهي تكون كيس البيض في الصرصر أو تستعمل للدفاع في عاملات النحل وفي النمل تستخدم في تعليم مسار الحشرة.



شكل (95) يوضح الجهاز التناسلي الأنثوي في الحشرات

❖ الإخصاب والتكاثر

يحدث الجماع بين ذكر وانثى الحشرات البالغة، إذ تنطبق الفتحتان التناسليتان فيطرح الذّكر نطفه إلى الفتحة التناسلية الانثوية، وتخزن في المستودع المنوي، تنطلق النطف من المستودعات المنويّة تدريجيا لإخصاب البيوض القادمة من قناة البيض ثمّ تتكوّن البيوض المخصبة. وللحشرات سلوكين في وضع وفقس البيض:

1- حشرات بيوضة (Oviparous)

الحشرات تضع بيوضها في اماكن ملائمة لنموّها أمّا (تعمل حفر في الأرض بوساطة آلة وضع البيض أو حفر في سويق النباتات أو تلصقها على أوراق النباتات) ويُعرف تكاثرها بالتكاثر البيضي (Ovipary).

2- حشرات بيوضة ولودة (Ovoviviparous)

حشرات تحتفظ بالبيوض المخصبة داخل أجسامها وتحديدا في القناة المبيضية المشتركة (المهبل)، حتّى ينموّ الجنين ويتكامل ثمّ تفقس البيوض وتطرحها خارجا بشكل يرقات أو حوريات.

17

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعدد مكونات الجهاز التناسلي الذكري في الأرنب.
- يُبين وظيفة كلا من: الحبل المنوي، غدة البروستات، البربخ، والخمل.
- يُصف صغار الأرانب.
- يُفسر تأخر موعد الانجاب إلى اليوم 33 في أنثى الأرانب.

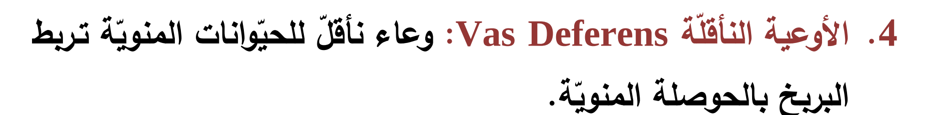
التكاثر في اللبائن

سوف ندرس التكاثر في الأرانب كمثال على التكاثر في اللبائن.

❖ الجهاز التناسلي الذّكري Male Reproductive System

يتألّف الجهاز التناسلي الذّكري في الأرنب من:

1. خصيتين Testes: توجد داخل كيس الصفْن, وتختلفٍ الخصيتان في الحجم حسب عمرَّ الحيّوان.
2. حبل منوي Spermatic Cord: تربط الخصية من النهاية الامامية بالجهة الظهرية للتجويف البطني، إذ يحتوي على أوعية دموية وألياف عصبية وانسجة رابطة.
3. البربخ Epididymis: انبوبة كثيرة الإلتواء تمّتد على طول السطح الدّاخلي لكلِّ خصية, يكتمّل فيه نضج الحيّوان المنوي، وينتهي بوعاء نأقلّ.



4. **الأوعية النأقلّة Vas Deferens: وعاء نأقلّ للحيّوانات المنويّة تربط البربخ بالحوصلة المنويّة.**

5. **الحوصلة المنويّة Seminal Vesicle: كيس وسطي يقع في الجهة الظهرية لعنق المثانة البولية، وتفتح فيه الأوعية النأقلّة.**

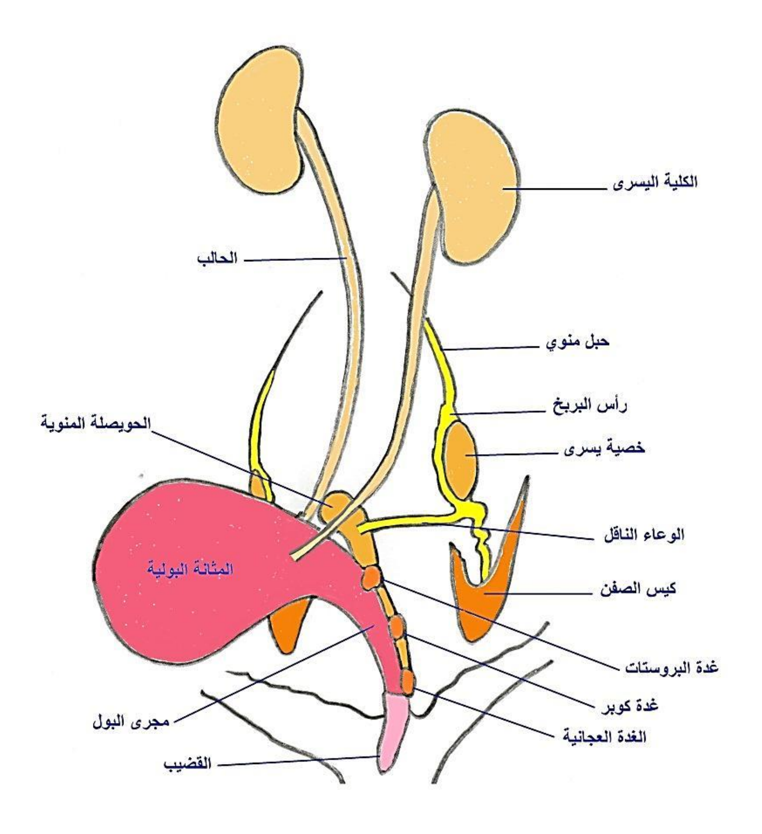
6. **الإحليل Urethra: يتكوّن من ارتباط الرحم الذّكري مع عنق المثانة البولية، ويفتح في المجرى البولي التناسلي الّذي يمرَّ للخلف، إذ يفتح إلى الخارج على قمة العضو الذّكري.**

7. **الغدد الملحقة:**

أ- **غدة البروستاتات Prostate Glands: تقع على السطح الظهري للإحليل وتعمل على إفراز سائل منوي يحافظ على حيّوية ونشاط النطف.**

ب- **غُدتا كوبر Cowper's Glands: تقع على جانبي الإحليل، وتعمل على إفراز سائل منوي يحافظ على حيّوية ونشاط النطف.**

ج- **غُدة عُجانية Perineal Glands: غُدة ذات لون أصفرٌ فاتح تقع خلف غدتي كوبر، وتفرز مادّة ذات رائحة مميّزة, لها علاقة بانجذاب الجنسيّن عند التكاثر.**

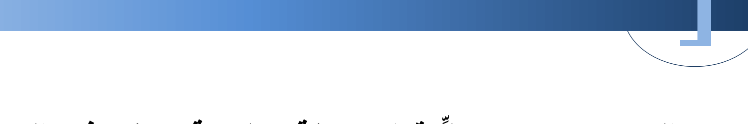


شكل (96) يوضّح الجهاز التناسلي الذكري في الأرنب

❖ الجهاز التناسلي الأنثوي Female Reproductive System

يتألّف الجهاز التناسلي الأنثوي للأرنب من:

1. المبيضين Ovary: يقعان في الجزءِ الخلفي من التجويف الجسمي ويرتبطان بالجدار الظهري للجسم بوساطة مساريق المبيض (نسيجُ رابط).
2. قناتي البيض Oviduct (قناة فالوب): تبدأ كلّ قناة بتركيبُ قُمعي مزودة بأهلاب (الخمل) تعمل على التقاط البيوض النّاتجة من



المبيض. وتكون كلّ قناةٍ ضيقةٍ وملتويةٍ, وتقع في التجويف البطني بالقرب من المبيضين.

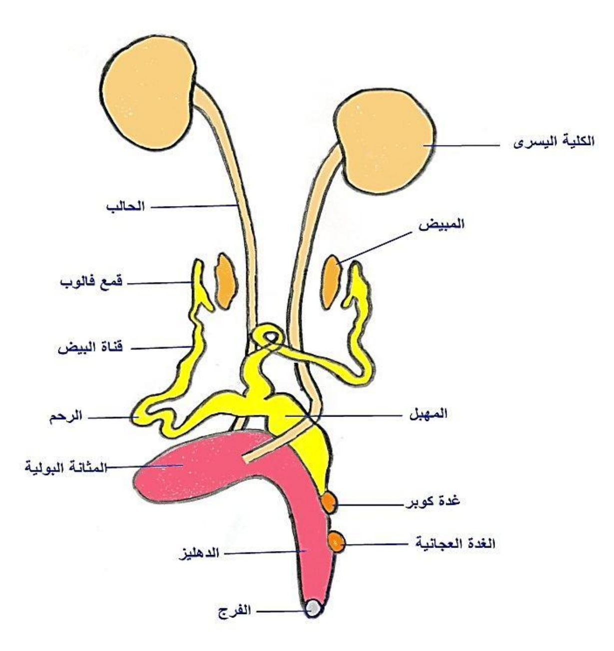
3. رحمين Two uteri: الرحم عبارةُ عن انبوبة عريضةٍ مُتسعةٍ من قناة البيض، جدرانها ذات تلافيف عديدة في حالة عدم وجود حمل, أمّا في حالة حصول الحمل فتكون جدرانها ملساء، وتحتوي على بُقع صفرّاء هي الأجسام الصفرّاء Corpora Lutea.

4. المهبل Vagina: تركيبٌ عضلي يتكوّن من التقاء الرحمين، ويرتبط المهبل مع المثانة، فيفتحان في دهليز، ويفتح بدورُه للخارج بالفتحة البولية التناسلية.

5. الغدد الملحقة:

أ- غدتا كوبر Cowper's Glands

ب-الغدة العجانية Perineal Glands



شكل (97) يوضّح الجهاز التناسلي الأنثوي في الأرنب



❖ التكاثر في الأرانب

ينضج الذّكر عند بلوغه سن (4-5) أشهر, أمّا الاناث فتنضج في سن (4) أشهر. وتلقح في عمرَّ (5-6) شهور.

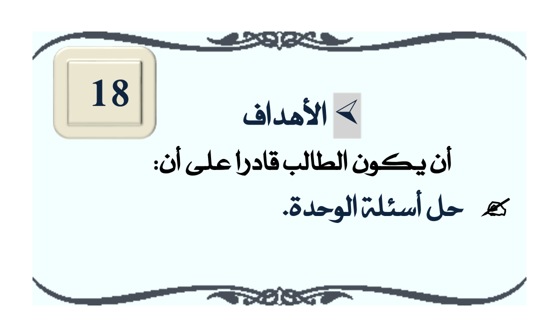
• التلقيح

يلتقي الذّكر بالأنثى الّذي يكون أكبر منها عادةً بمعدل شهر, يبدأ المبيض بعد التلقيح بالتبويض فينطلق منه عددُ من البيوض يعتمّد على عمرَّ الأنثى وتقدر بـ (3- 10) بيضة. يتمّ تخصيب البيوض داخليّاً بعد وصول الحيّوانات المنويّة للذكر فتتكوّن البيوض المخصبة الّتي تنموُّ إلى أجنّة داخل الرحم. أنّ متوسط مدة الحمل في الأرانب هي (29) يوماً, وقد تحدث الولادة مبكراً (29) يوم أو تتأخرَ إلى يوم (33) لأسباب مختلفةٍ منها:

أ- زيادة عددُ الأجنّة.

ب- زيادة حجم الأجنّة.

تولد صغار الأرانب عديمة الفِراء, فهي عُمي وصُمُّ، وتزن حوالي (25) غراما, تبدأ الصغار في الرضاعة، وتستمرَّ للفترة بين (27-35) يوماً. ثمَّ يبدأ نموُّ الفراء بعد خمسة أيام من الولادة , وتفتح عينيها في اليوم العاشر.



أسئلة الوحدة الثالثة

أولا: عرّف المصطلحات العلمية الآتية

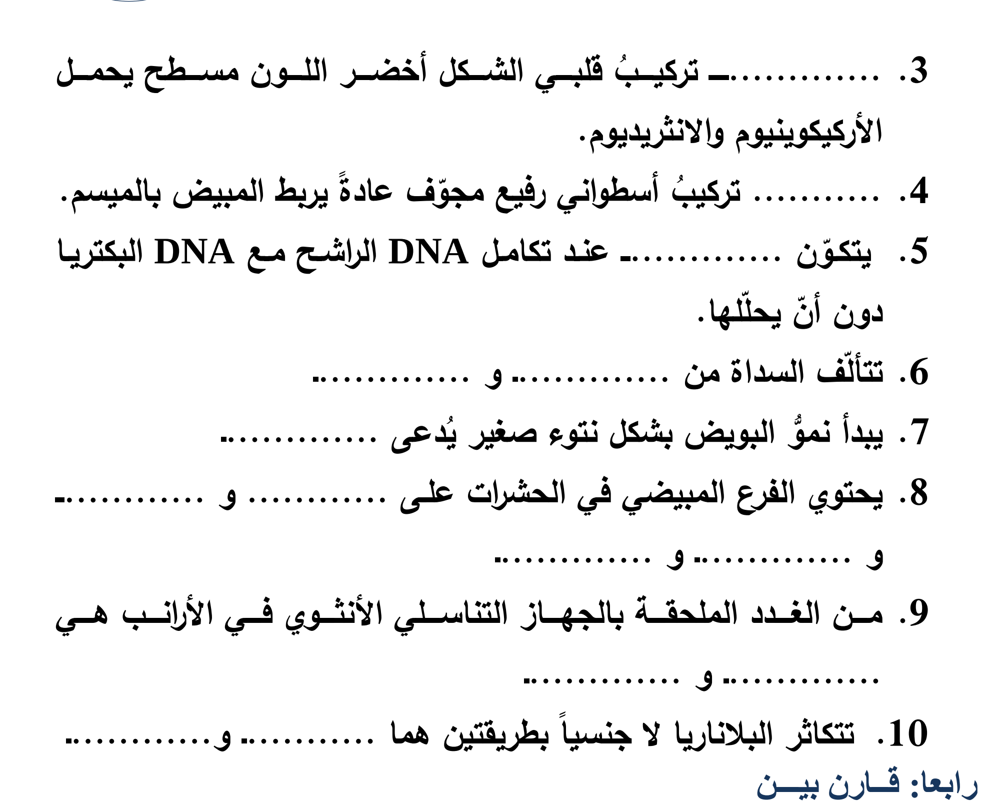
عامل الخصوبة, الإخصاب المزدوج, الثمّار الكاذبة, زراعة الأنسجة, البوغ الزيجي, التلقيح الخلطي, الغدة العجانية, الخلايا البينّية.

ثانيا: علل ما يأتي

1. يُفرز ذنب الراشح انزيماً عند التصاقه بالخليّة البكتيرية.
2. وضع طُعوم من أشجار الأجاص على أصل من شجرة الخوخ.
3. توضع الرّواشح بين المخلوقات الحيّةٍ وغير الحيّةٍ في تصنيف المخلوقات.
4. لا يحدث نقصان في المادّة الوراثّية للخليّة البكتيرية المعطية بعد الاقترأنِ.
5. يلجأ المزارعون إلى وسيلة التكاثر الخضري.
6. تآخرَ موعد الانجاب إلى اليوم 33 في انثى الأرانب.

ثالثا: املأ الفراغات الآتية بما يناسبها من الكلمات

1. .... تركيبُ كيسي أسطواني أو بيضوي الشكل توجد بداخله حبوب اللقاح.
2. .... سيقان متضخمة وخازنة للغذاء تنموٌ تحت التربة.



3. ....ـ تركيبُ قلبي الشكل أخضر اللون مسطح يحمل الأركيكوينيوم والانثريديوم.
4. .... تركيبُ أسطواني رفيع مجوّف عادةً يربط المبيض بالميسم.
5. يتكوّن ....ـ عند تكامل DNA الراشح مع DNA البكتريا دون أنّ يحلّلها.
6. تتألّف السداة من ....ـ و ....
7. يبدأ نموُّ البويض بشكل نتوء صغير يُدعى ....
8. يحتوي الفرع المبيضي في الحشرات على .... و ....ـ و ....ـ و ....
9. من الغدد الملحقة بالجهاز التناسلي الأنثوي في الأرانب هي ....ـ و ....
10. تتكاثر البلاناريا لا جنسياً بطريقتين هما ....ـ و............

رابعا: قـارن بيـن

1- الأوراق الكاسية والأوراق التويجية.
2- الاركيكونيوم والانثريديوم.
3- الخليّة المعطية والخليّة المستلمة في التكاثر الجنسيّ في البكتريا.

خامسا: ما موقع كلِّ ممّا يأتي

خصى الحشرات, بثرات سرخس البوليبوديوم, مبيض انثى الأرنب, خصى ومبايض الهايدرا.

سادسا: أُذكر وظيفة كلِّ من

الميسم, الغدد المساعدّة في اناث الحشرات, الخليّة البينّية للهايدرا, السويداء, الزهرة.

سابعا: وضّح بالرسم المؤشر

1. التكاثر في الرّواشح.
2. الجهاز التكاثري الذّكري في الحشرات.
3. مقطع مستعرض في جنين الهايدرا.
4. الجهاز التناسلي الأنثوي للأرنب.
5. مرَّاحل تكوين حبوب اللقاح.
6. مخطّط يوضّح ظاهرةً تعاقب الأجيال في تكاثر النبات.

ثامنا: ما هي خطوات زراعة الأنسجة النباتيّة ؟ و ما هي أهمّيتها؟

تاسعا: وضّح عمليّةُ التكاثر في الأرنب بإيجاز.

الوحدة الرابعة

التكوين الجنيني

المحتوى

عدد الدروس





الأهداف السلوكية

بعد انتهاء الطالب من دراسة هذه الوحدة يتوقع منه أنّ يكون قادراً على أنّ:

1. يعرّف أبرز مفاهيم التشكلّ الجنيني
2. يُعدّدُ أنواع التوائم
3. يشرح العوامل المسببة للتشوهات الخلقية في الانسان
4. يُوضّح تكوين المعيدة في الرميح
5. يُعدُّدُ بنقاط الوصايا الإسلامية للأم الحامل
6. يتكلّم بإيجاز عن الخلايا الجذعية
7. يتأمل قوله تبارك وتعالى ﴿ وَلَقَدْ خَلَقْنَا الانسان مِن سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ (12) ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ (13) ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظَامًا فَكَسَوْنَا الْعِظَامَ لَحْمًا ثُمَّ انشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ (14) ﴾ سورة المؤمنون

1

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يعرف كلا من: التكوين الجنيني ، علم الأجنة، النمو.
- يشرح مفهوم التمايز.
- يوضح مستويات التعضي.

قال تعالى ﴿خَلَقَكُم مِّن نَّفْسٍ واحدة ثُمَّ جَعَلَ مِنْهَا زَوْجَهَا وَانزَلَ لَكُم مِّنْ الْانعَامِ ثَمَانِيَةَ أَزْوَاجٍ يَخْلُقُكُمْ فِي بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ خَلْقًا مِن بَعْدِ خَلْقٍ فِي ظُلُمَاتٍ ثَلَاثٍ ذَلِكُمُ اللَّهُ رَبُّكُمْ لَهُ الْمُلْكُ لَا إِلَهَ إِلَّا هُوَ فانى تُصْرَفُونَ﴾

(سورة الزمرَّ: ٦)

المقدمة

أنّ من بديع خلق الله تبارك وتعالى هو خلقه للبيضة والنطفة وكيف يمكّنهما من الاتّحاد معاً بعمليّةُ الإخصاب، ثمّ الأكثر من ذلك هو كيفية تحويله تبارك وتعالى البيضةَ المخصبةَ إلى كائن حيّ جديد مكتمّل الأنسجة والأعضاء، خلقه بأحسن خلقة شبيهاً بأبويه !!! ((فتبارك الله أحسن الخالقين)).

مفهوم النموُ

الزيادة الحاصلة بحجم وكتلة خلايا المخلوق الحيّ, ويكون نموُّ الخلايا بأحدُ الطرائق الآتية:

1. **مضاعفة الخلايا**: عن طريق تكوين خلايا جديدة عبر عمليّةُ الانقسام.
2. **مضاعفة المادّة البينّية**: النموُّ الحاصل من زيادة الموادَّ بين الخلويّة الّتي تدخل في بناء الأنسجة كألياف الأنسجة الضامة.

3. مضاعفة حجم الخلايا: زيادة حجم السايتوبلازم عن طريق تكوين عضيات جديدة مثل زيادة عددُ الليفات العضليّة في الخلايا العضليّة للاعبي رياضة رفع الأثقال.

مفهوم النسيج

هو مجموعةُ من الخلايا المتمّاثلة, فضلاً عن نواتج خلوية معيّنة تخصّصت لأداء وظيفة معيّنة وهذه الخلايا متماّسكة بمادّة بين خلوية، وتمّ التطرق إلى هذا الموضوع بالتفصيل في الوحدة الثانية.

مفهوم التمّايز

قدرة الخلايا الجنينية في مرّحلة مبكرة على اكتساب وظائف معيّنة خاصّة بها, فضلاً عن الوظائف العامة. مثل ظاهرةً التقلص والانبساط في الخلايا العضليّة ونقل الحوافز العصبيّة في الخلايا العصبيّة إلى جانب وظائفها العامة كخليّة تقوم بالتنفس والتّغذية والآخرَاج وغير ذلك.

مفهوم التعضي

المخلوقات وحيّدة الخليّة (كالبكتريا) بسيطة التعقيد في تكوينها وتؤدي الوظائف الحيّوية الأساسية جميعها الّتي تقوم بها المخلوقات متُعددُة الخلايا (الانسان) الأكثر تعقيداً.

تظهر في الحيّوانات خمسةُ مستويات من التعضي:

1. المستوى البروتوبلازمي (الطليعيّات): تنحصر الوظائف الحيّوية جميعها داخل حدود الخليّة الواحدة، فهي تحوي عضيّات تؤدي وظائف متخصّصة.
2. المستوى الخلويّ (الفولفكس): مجموعةُ من الخلايا تتمّايز وظيفياً, خلايا تتخصص بالتكاثر وخلايا تتخصص بالتّغذية.
3. مستوى النسيجُ الخلويّ (الهايدرا): تتجمّع الخلايا المتمّاثلة في طبقات (طبقةِ البشرة والطبقةِ المعدية) لتكوّنَ نسيجُاً.



4. **مستوى الأنسجة (الديدان المسطّحةٍ): تتجمّع الأنسجة لتكوين الأعضاء (الخرطوم والأعضاء التناسلية).**
5. **مستوى الجهاز (الانسان): تعمل الأعضاء معاً لتؤدي وظيفةً معيّنة لتصل إلى أعلى مستوى، وهو الجهاز العضويّ (جهاز الدّوران وغيرها).**

التكوين الجنيني Embryogenesis

يُعرف التكوين الجنيني بانه عمليّةُ تكوين فرد جديد من البيضة المخصبة إلى حيّن اكتمّال تكوينه بحيّث يكون مشابهاً لأبويه.

أمّا علم الأجنّة Embryology فهو العلم الّذي يهتمّ بدراسة مرّاحل التكوين الجنيني ابتداءً من البيضة المخصبة لحيّن اكتمّال تكوين أعضائه متضّمناً عمليات النموّ والتمّايز.

مفاهيم التكوين الجنيني

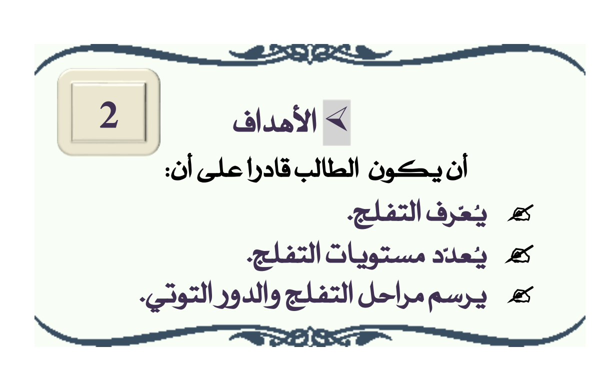
لا يقف التكوين الجنيني عند اكتمّال تكوين الأعضاء، بل يمتد إلى أبعد من ذلك، لان معظم الحيّوانات تعاني تغييرات ملحوظة حتّى بعد تكوين الأعضاء الأساسية, ولتوضيح التكوين الجنيني فقد قسم كالآتي:

1. تكوين الخلايا المشيجية (Gamete Cells)

وتشمل نشأة المناسل وتكوين البيضة في الإناث، والنطفة في الذكور عند اكتمّال نموُّ الفرد (البلوغ).

2. الإخصاب (Ferilization)

اتّحاد البيضة بالنطفة وتكوين البيضة المخصبة.



3. التفلج (Cleavage)

هو سلسلة الانقسامات الخيطيّة المتكررة الّتي تعانيها البيضة المخصبة تؤدي إلى تكوين عددُ من الخلايا المستقلة ولا يحصل نموٌّ أثناء هذه المرَّحلة.

4. تكوين المعيدة (Gastrulation) وتكوين الطبقات الجرثومية (Germ Layers)

عمليّةُ تنظيم خلايا الجنين بشكل تركيبُ خلوي معقد ثنائي الطبقات الجرثومية في أجنّة اللافقريات وثلاثية الطبقات في أجنّة الحبليات.

5. التمّايز (Differentiation)

تتمّايز أشكال الخلايا الجنينية إلى أنواع عديدة من الخلايا تتناسب مع نوعيّة الوظيفة الّتي تؤديها كالخلايا العصبيّة والعضليّة والطلائية وخلايا النسيجُ الرابط.

6. التعضي (Organogenesis)

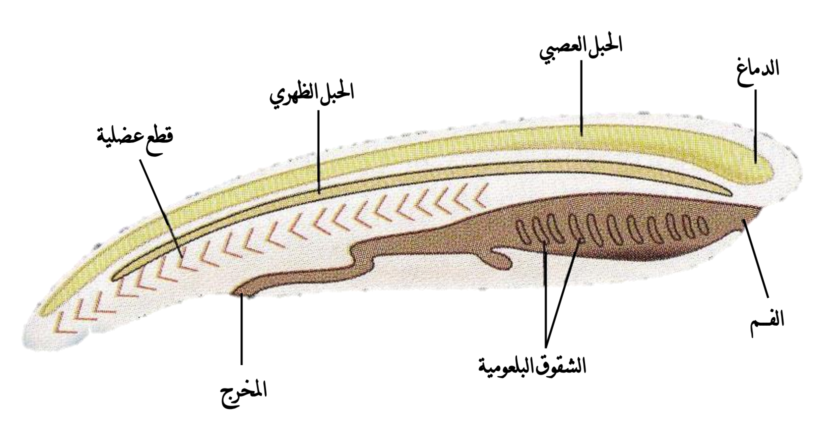
مرَّحلة نموُّ الجنين وانتظام خلاياه بشكل انسجة, والانسجة على شكلِّ أعضاء، إذ تتميّز الطبقات الجرثومية إلى الأنسجة الظهارية والضامة والعصبيّة والعضليّة.

7 . مرحلة ما بعد الفقس (Posthatching)

خروج الجنين من البيضة مثل البرمائيات والطيور, أو خروج الجنين بالولادة مثل بعض الزواحف، ومعظم الثدييات، وتنتهي بنضوج الفرد بإذن الله سبحانه وتعالى.

التكوين الجنيني في الرميح
Embryonic Development in Amphioxus

التكوين الجنيني للرميح هو الصورة الأبسط من صور التكوين الجنيني ويمثل دراسة التكوين الجنيني للرميح حلقة وصلٍ بين مرَّاحل التكوين الجنيني للحيّوانات الفقرية واللافقرية, ويكون الجنسان منفصلين في حيّوان الرميح ويتمّ إخصاب البيوض بالنطف خارجيًّاً, لذلك اعتمّدناها للدراسة وصولاً لفهم التكوين في الحيّوانات الأكثر تعقيداً علماً أنّ الرميح هو من الحبليات الأوّلية (الّتي لا يكون فيها عمود فقري)، كما في الشكل (98).



شكل (98) يوضح المظهر الخارجي لحيوان الرميح (السهيم)

مظاهر التكوين الجنيني في الرميح :

1. الأمشاج

- النطفة تتكوّن من (الرأس, القطعة الوسطية, والذّيل).
- البيضة قطرها 0.1 ملم وحُبيباتٍ المح في القطب الخضري أكثر تركيزاً من القطب الحيّواني (يتميّز القطب الحيّواني بوجود النواةَ) وتحاط البيضة بغشاءٍ محيّ.

2. الإخصاب (خارجيٌ)

تخترق النطفة البيضة وتتمّ عمليّةُ الإخصاب باتّحاد نواتيهما لتكوين البيضة المخصبة ويحدث تغيّر في سطح البيضة المخصبة تمّنع دخول النطف أخرى إلى داخل البيضة.

3. التفلّج

بعد نحو ساعة واحدة من الإخصاب تبدأ التفلجات على النحو الآتي:

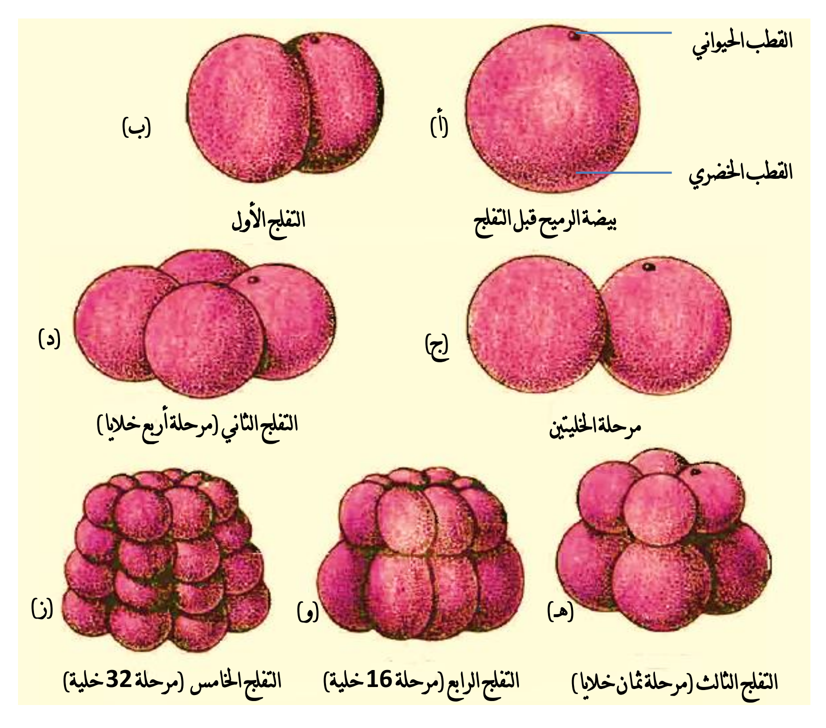
أ- التفلّج الأوّل: يتمّ بمستوى شاقولي (طولي) من القطب الحيّواني إلى القطب الخضري، فيقسم البيضة المخصبة على فلجتين.

ب- التفلج الثاني: يتمّ بمستوى شاقولي أيضاً عمودي على الأوّل فينتج عنه أربعة فلجاتٍ متساوية في الحجم.

ج- التفلج الثالث: يتمّ بمستوى أفقي (عرضي) أي انه عمودي على التفلجين السابقين لكنّه لا يمرَّ بخط استواء الخلايا بسبب اختلاف توزيع المح بين القطبين الحيّواني والخضري فيكون أقربِ إلى الحيّواني لذلك تنتج ثمأني فلجات، إذ تكون الأربعة العليا أصغر من السفلى.

د- **التفلج الرابع:** يتمّ بمستويين شاقوليين متعامدين على بعضهما فتنتُجُ عنهما 16 فلجة متباينة بالحجم.

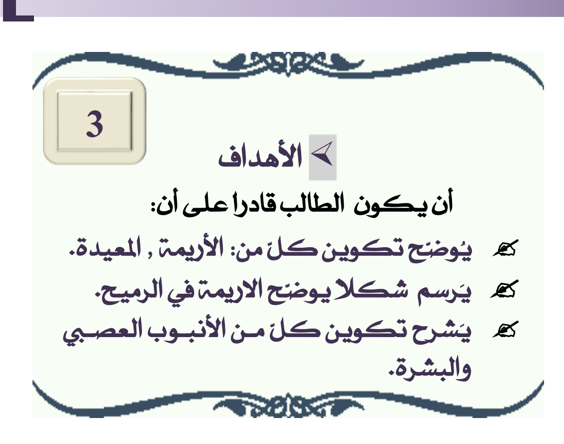
هـ- **التفلج الخامس:** يتمّ بمستويين أفقيين متوازيين فيتضاعف عددُ الخلايا إلى 32 خليّة. يلي ذلك تفلجات بشكل مستقل لكلِّ فلجة مع بقاء حجم فلجات القطب الحيّواني أصغر من فلجات القطب الخضري ونتيجةً لذلك يتكوّن كتلة من الفلجات تشبه ثمرَّةٍ التوت تُدعَى بالدورُ التوتي أو التويتة **Morula**.



شكل (99) يوضح مراحل التفلج والدور التوتي في الرميح (السُهيم)

توجيه

على المدرس جلب ثمرة التفاح والتوت وسكين لتوضيح جميع مراحل التفلج في الرميح



3

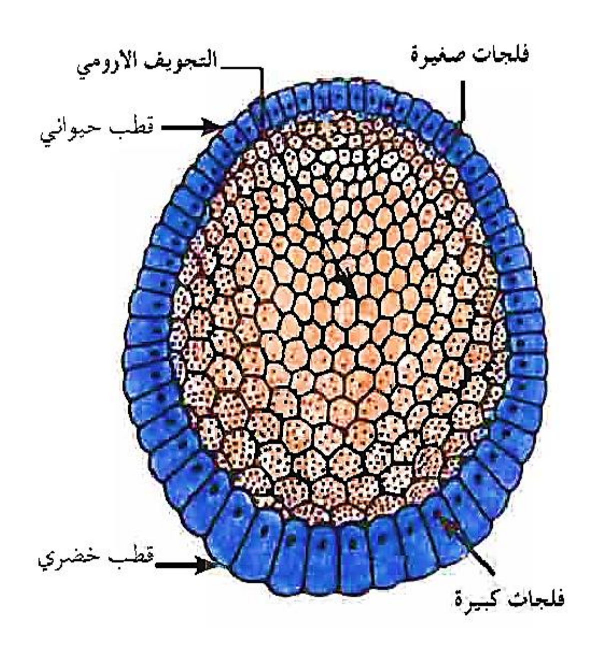
➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُوضح تكوين كل من: الأريمة , المعيدة.
- يَرسم شكلا يوضح الاريمة في الرميح.
- يَشرح تكوين كل من الأنبوب العصبي والبشرة.

4. تكوين الأريمة Blastulation

تتعاقب الانقسامات الاعتيادية بعد تكوين التويتة فيزداد عددُ الخلايا ويتحوّل إلى تركيبُ كروي الشكل محاط بصفٍّ وأحدُ من الخلايا ويحتوي تجويفاً كبيراً يُدعى تجويف الأريمة الّذي يبدأ بالظهور من مرّحلة ثمّان خلايا كتجويف صغير جداً ثمّ يتوسّع تدريجياً. وتكون فيها خلايا القطب الحيّواني أصغر حجماً من خلايا القطب الخضري.



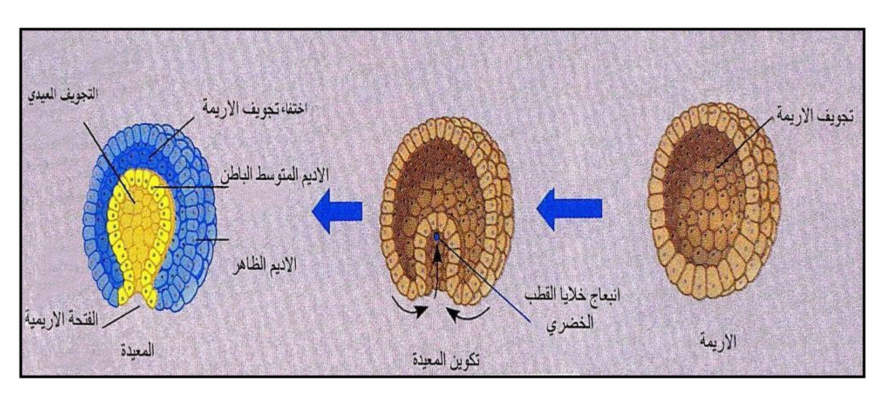
شكل (100) يوضح الأريمة في الرميح

5. تكوين المعيدة Gastrulation

يمثّل طوراً آخرَ من أطوار التكوين الجنيني، يتمّ خلالَها حدوث حركات خلوية ممّا يؤدي إلى يتحوّل الأريمة من أحاديّة الطبقةِ إلى ثنائية الطبقةِ في الرميح (ثلاثية الطبقةِ في الفقريات أخرى) يُدعى المعيدة الّتي تُعدُّ مرّحلة تمّايزية أولى والّتي تتحدّد فيها ثلاثة أنواع من الخلايا المتمّايزة بعضها من بعض، وهي:

1. خلايا تشكلِّ الأديم الظاهر (Ectoderm) وتكون خارجيِّة الموقع.
2. خلايا تشكلِّ الأديم الباطن (Endoderm) وتكون داخليّة الموقع.
3. خلايا تشكلِّ الأديم المتوسط (Mesoderm) وتكون وسطية الموقع.

وتُسمَّى هذه الطبقات بالطبقات الجرثومية، وهي أساس تكوين جميع أعضاء الجسم في أجنّة الفقريات. ويبدأ تكوين المعيدة عند تسطّح خلايا القطب الخضري وانبعاجها إلى الدّاخل ويستمرَّ الانبعاج حتّى تلامس خلايا القطب الخضري خلايا القطب الحيّواني فيختفي بالتدريج التجويف الأرومي ليحلَّ محلّه التجويف المعيدي أو المعي البدائي وبذلك تتكوّن المعيدة gastrula وتكون بشكل تركيبُ كوبي الشكل ثنائي الطبقةِ الّتي تفتح بالفتحة الأرومية.



شكل (101) يوضح مراحل تكوين المعيدة والطبقات الجرثومية (للاطلاع)

6. تكوين الانبوب العصبي

1. تسطح الجزءٍ الظهري من المعيدة.
2. ينخفض الجزءِ المسطح عن مستوى الأديم الظاهر على شكلٍ شريط ويُسمَّى الصفيّحة العصبيّة.
3. يزداد الانخفاض وترتفع حافتا الأديم الظاهر المجاورة للصفُّيحة من الجانبين.
4. يزداد انخفاض الصفُّيحة على طول الجنين ليكون الأخدود العصبي.
5. تلتقي الطيتان العصبيتان وتلتحمان على طول الجنين لتكوّنَا الانبوب العصبي المجوف.

وتُدعَى عمليّةُ تكوين الانبوب العصبي بالتعصبن, وتُدعَى الجنين بالعصيبة.

7. تكوين البشرة

تنموُّ حافتا الأديم الظاهر بعد انفصال الصفُّيحة العصبيّة منها وتلتحمان فوق الصفُّيحة العصبيّة، ويتكامل الأديم الظاهر من جديد ليُكون مستقبلاً البشرة بإذن الله كما في الشكل(102).

➢ **الأهداف**

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يشرح تكوين كلٍ من: الأديم المتوسط , الحبل الظهري.
- يعرف البدينة.
- يرسم خريطة لتوضيح مناشئ أعضاء الجسم في الرميح.
- يحدّد موقع كلا من: الحبل الظهري، الأديم المتوسط.

8. تكوين الأديم المتوسط

يرافق تكوين العصيبة انبعاج الجزان الجانبيان من طبقةٍ الأديم المتوسط الباطن إلى الخارج ويكون تجويف الانبعاجين متصلاً مع تجويف المعي البدائي وتنموُّ لهما حواجز عرضية تقسمه على وحدات أصغر مكوّنة سلسلة من جيوب المعي الأوّلي، ثمّ تنفصل هذه الجيوب عن تجويف المعي الأوّلي فتُسمَّى أكياس الأديم المتوسط كما في الشكل(102)، ثمّ يتميّز كلِّ كيس إلى:

أ- تكوين البُدينات

يتخصر الجزءِ العلوي لأكياس الأديم المتوسط من كلِّ جانب ليكون البُدينة Somite الّتي ستتجزأ وتكون في المستقبل العضلات والأدمة وغلافاً يحيّط بالحبل الظهري.

ب- تكوين الجوف العام

ينموُّ الجزءِ السفلي لأكياس الأديم المتوسط لكلِّ جانب بين الأديم الظاهر والباطن إلى أنّ يلتقيا أسفل القناة الهضمية ويفتحا على بعضهما ليكونا الجوف العام للجنين، ويبطن الجوف العام بطبقتين هما (الأديم المتوسط الجداري والأديم المتوسط الحشوي) ويُطلق عليهما الأديم المتوسط الجانبي.

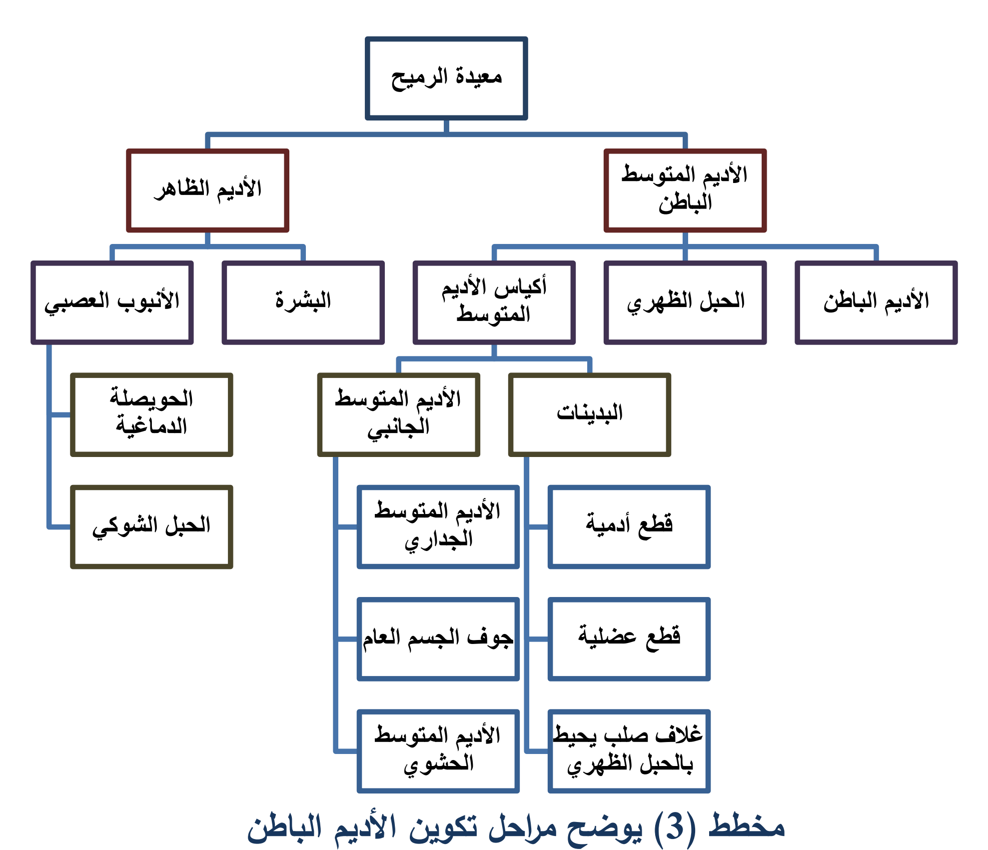


9. تكوين الحبل الظهري

ينبعج الجزءِ العلوي من الأديم المتوسط الباطن تحت الانبوب العصبي إلى الخارج بشكل أخدود, ثمّ ينطبق جانبا الأخدود، ثمّ ينفصل هذا الانبعاج ليتكوّن تركيباً صلد أسطواني غير مجوف يُسمَّى الحبل الظهري يسهم في استطالة الجنين.

10. تكوين الأديم الباطن

بعد انفصال أكياس الأديم المتوسط والحبل الظهري عن الأديم المتوسط الباطن فان الجزءِ المتبقي يمثل الأديم الباطن **Endoderm**، إذ تنموُّ حافتاها باتّجاه الخط الوسطي، ثمّ يلتقيان ليتكوّن المعي الّذي سيكوّن القناة الهضمية ومشتقاتها بإذن الله وكما في الشكل (102).



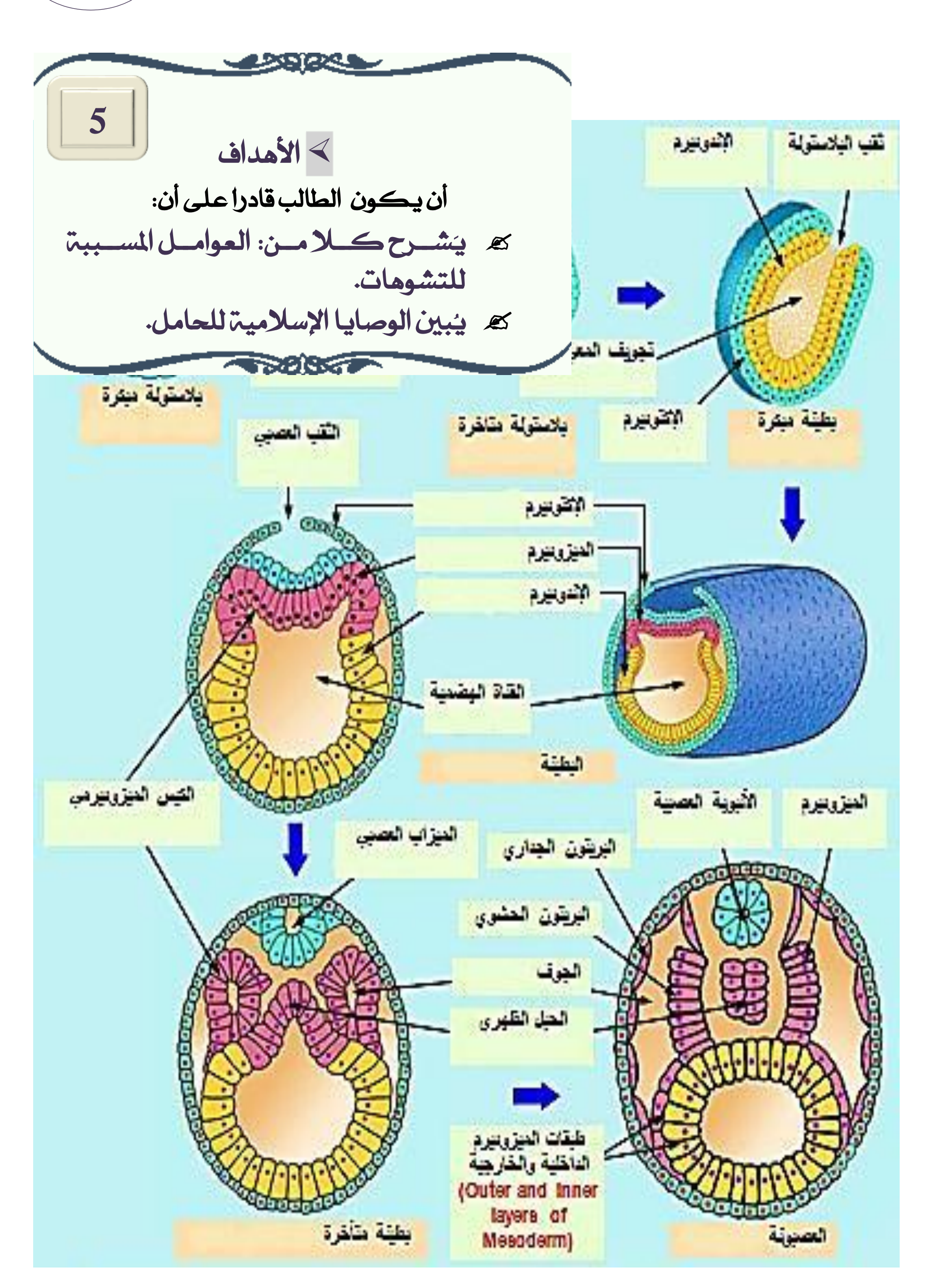
مخطط (3) يوضح مراحل تكوين الأديم الباطن

5

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يَشرح كلا من: العوامل المسببة للتشوهات.
- يُبين الوصايا الإسلامية للحامل.



شكل (102) يوضح تكوين الأنبوب العصبي والحبل الظهري والأديم المتوسط والمعي في الرميح (للاطلاع)

التشوهات الخلقية في الانسان

عندما ترى انساناً مصاباً بعاهة خلقية تذكر نعمة الله عليك وفضله في أنّ جعلك سليماً, معافى ممّا ابتلاه. قل مثلما **قال الرسول ﷺ(الحمد لله الذي عافانا ممّا أبتلى به كثيرا من خلقه وفضّلنا على كثيرٍ ممن خلق تفضيلا كثيرا)**، قد يتعرض جنين الانسان إلى تشوهات خلقية **Congenital Malformation** تمثّل العيوب التركيبُية النّاتجة من تكوين غير اعتيادي لأعضاء أو أجهزة الجنين الجسمية وعلم دراسة التشوهات الخلقية **Teratology** يهتمّ بذلك.

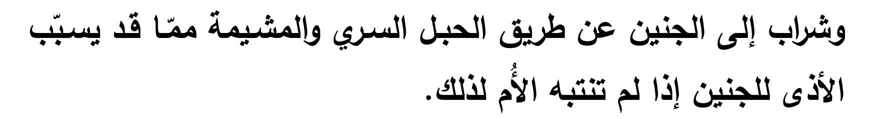
هناك عدّة عوامل تؤدي إلى حدوث تشوهات جنينية بإذن الله يمكن حصرها بمجموعتين رئيستين هما:

1. **العوامل الوراثّية:** يضمنها شواذ الكروموسومات الجسمية ومنها التشوه المسبب لمتلازمة داون الّذي يظهر تشوه في ملامح الوجه وحدوث تخلف عقلي وتشوهات في القلب.

2. **العوامل البيئية أو الخارجيِّة:** وهي كثيرة أبرزها:

أ. **الإشعاع:** الّذي يشوه الجهاز العصبي وكذلك يؤثر في الأجيال اللاحقة وقد يسبّب (العقم الوقتي أو الدائمي) اعتمّاداً على تركيز الإشعاع وزمن التعرض له وعمرَّ الشخص.

ب. **العقاقير:** تؤثر في المرَّاحل الجنينية في الجهاز العصبي والهيكلِّي وإنشقاق الشفة (الحنك المشقوق), لذا لا يجوز للحامل أخذ الدواء بدون استشارة طبية خاصّة في الأسابيع الأوّلى من الحمل، إذ تُعدُّ هذه الفترة حرجة في التكوين الجنيني في الانسان حيّث يكتمّل في الأشهر الثلاثة الأوّلى تكوين الجهاز العصبي، ويرجع كلِّ ذلك إلى وصول جميع ما يصيب الأم من الأمرَّاض وما تتناوله الأم من غذاء



وشراب إلى الجنين عن طريق الحبل السري والمشيمة ممّا قد يسبّب الأذى للجنين إذا لم تنتبه الأُم لذلك.

وصايا إسلامية للأم الحامل كونها مؤتمنة على الجنين

1. الابتعاد عن التدخين: لأنه يقلل من الأوكسجين ويزيد من أول أوكسيد الكاربون في دم الأُم ودم الجنين والمشيمة وقد يؤدي إلى الإجهاض أو الولادة المبكرة أو حتّى موت الجنين أو الربو وغيره.
2. التقليل من المنبهات ومنها القهوة، لان فيها كافايين الّذي قد يؤذي الجنين.
3. تجنب تناول الأدوية الشعبية والأعشاب دون استشارة المختصين.
4. الإبتعاد عن تناول الخمور والمخدرات بأنواعها لقوله تعالى ﴿يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا إِنَّمَا الْخَمْرُ وَالْمَيْسِرُ وَالأَنصَابُ وَالأَزْلاَمُ رِجْسٌ مِّنْ عَمَلِ الشَّيْطَانِ فَاجْتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ﴾ المائدة(90) ، فهي تؤثر في الجنين وقد تؤدي إلى خلل عصبي وتشوهات جسمية خصوصاً في الوجه، فضلاً عن اضطرابات في السلوك وقد يسبّب الكحول متلازمة الكحول الجنيني Fetal Alcohol Syndrome الّتي تظهر في المجتمعات الكافرة.
5. طهي الطعام جيداً وعدم التعرض لبراز القطط، لان ذلك قد يؤدي إلى إصابة الأُم الحامل بداء القطط (المقوسات Toxoplasmosis) الّذي يسبّب تشوهات خطرة على الجنين أو قد تؤدي إلى إسقاطه.
6. تناول الأطعمة المفيدة كالتمرّ وحبوب حامض الفوليك أثناء مدة الحمل، لأنه يقلل من تشوهات الانبوب العصبي.
7. علاج الأُمرَّاض كافة مثال ذلك السكّري وضغط الدّم المرّتفع والصرع تحت إشراف طبي دقيق.

توجيه

على المدرس توجيه الطلاب إلى الاهتمام بالأم الحامل من حيث الرعاية العامة والالتزام بالتغذية الصحية السليمة وتناول العلاجات المناسبة تحت إشراف طبي ومراعاة الحلة النفسية لها عملا بقول الرسول ﷺ (استوصوا بالنساء خيرا)

نشاط ميداني

يعرض الاستاذ صورا لرئة إنسان مدخن وصورا لبعض الأجنة المشوهة ويذكر الطلاب بشكر الله على نعمه علينا

6

الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يُعرف كلا من: التوائم (السيامية , الاخوية، والمتطفلة).
- يشرح التوائم المتعددة.
- يُعدد أنواع التوائم.

تعددُ المواليد وتكوين التوائم

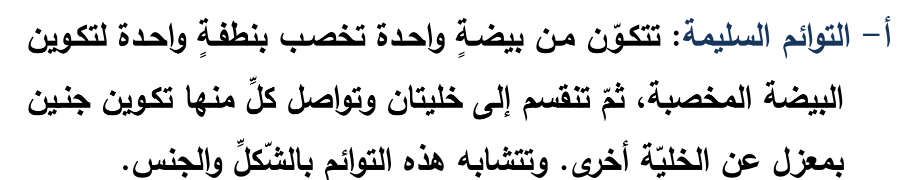
لقد خلق الله جلَّ شانه للثدييات الحقيقية (المشيمية) آلياتٍ تمكّنها من الحمل بأكثر من جنين في كلِّ حمل بإذنه تعالى، ويُطلق على هذه الحالة تُعددُ الأجنّة أو تُعددُ المواليد، إذ تنطلق من المبيض عدّة بيوض، وبعد إخصابها تنغرس في جدار الرحم بمسافات منتظمة. أمّا في الانسان فان الانثى تحمل جنيناً واحداً عادةً في كلِّ مرَّةٍ, أمّا إذا حملت بأكثر من جنين فتُسمَّى هذه الظاهرةً (التوائم Twins). نسأل الله سبحانه وتعالى لجميع المسلمين الذرية الصالحة الصحيّحة خَلقاً وخُلقاً.

أنواع التوائم

1- **التوائم الأخوية Franteral Twins:** هي النّاتجة من إخصاب بيضتين أو أكثر في الوقت نفسه من قبل نطف مختلفةٍ ولا تظهر في هذه التوائم تشابهاً في الصفّات، وقد تكون جميعها (ذكوراً) ،أو(اناثاً)، أو (ذكوراً واناثاً).

2- **التوائم المتماثلة Identical Twins:** وتشمل ثلاثة أنواع هي:



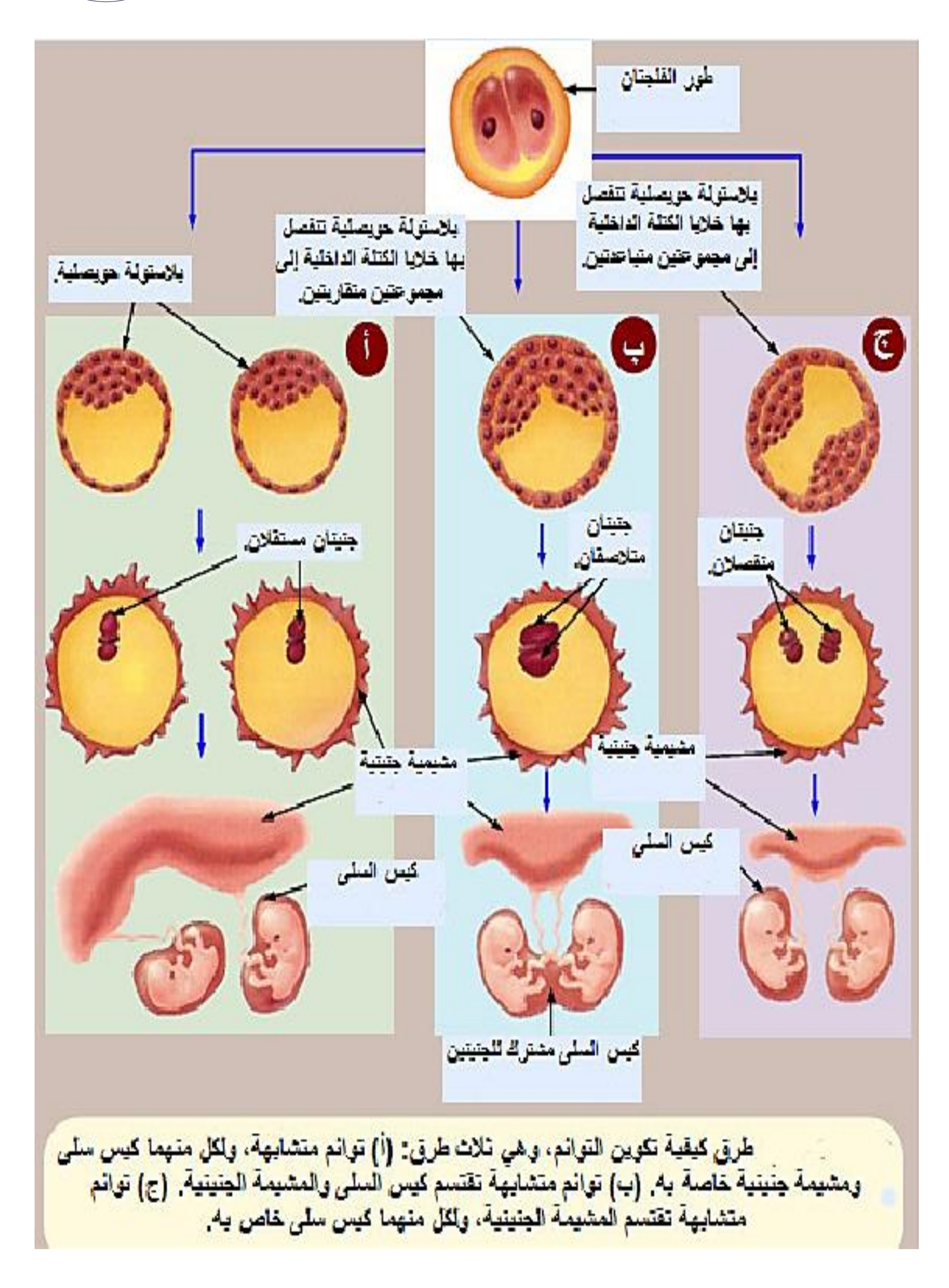


أ- التوائم السليمة: تتكوّن من بيضةٍ واحدة تخصب بنطفةٍ واحدة لتكوين البيضة المخصبة، ثمّ تنقسم إلى خليتان وتواصل كلّ منها تكوين جنين بمعزل عن الخليّة أخرى. وتتشابه هذه التوائم بالشّكلِّ والجنس.

ب-التوائم السيامية Siamese Twins: تحصل إذا كان انعزال الخليتان غير تام فتكون التوائم ملتحمة في منطقة الرأس أو الصدر أو القحف. نسأل الله الخلقة الحسنة للمسلمين.

ج-التوائم الطفيلية Parasitic Twins: توائم ملتحمة غير متساوية في الحجم فيكون أحدُهما صغيراً متطفلاً على الآخرَ.

3- التوائم المتُعددُة Multiple Twins: قد تلد بعض النساء ثلاثة توائم أو أكثر خصوصاً اللواتي يخضعن للمعالجة بالهورمونات لتنشيط المبايض كهورمون DHEA.



شكل (103) يوضح أنواع التوائم (للاطلاع)

7

➢ الأهداف

أن يكون الطالب قادرا على أن:

- يذكر فوائد المباعدة بين الولادات.
- يعدد أنواع الخلايا الجذعية.
- يقارن بين الخلايا الجنينية والبالغة.

المباعدة بين الولادات

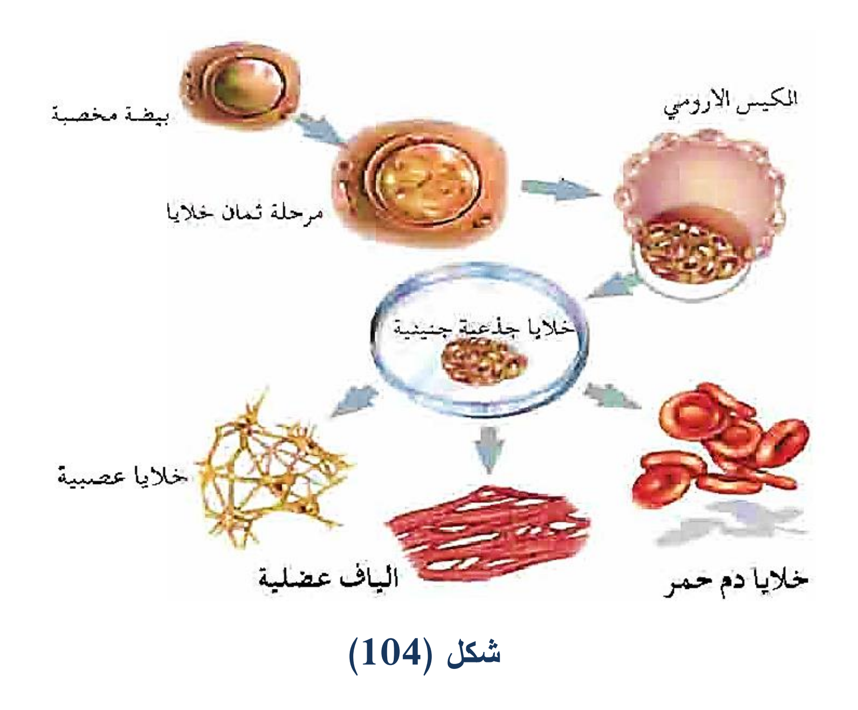
قال تعالى ﴿وَالْوَالِدَاتُ يُرْضِعْنَ أَوْلَادَهُنَّ حَوْلَيْنِ كَامِلَيْنِ لِمَنْ أَرَادَ أَنْ يُتِمَّ الرَّضَاعَةَ وَعَلَى الْمَوْلُودِ لَهُ رِزْقُهُنَّ وَكِسْوَتُهُنَّ﴾ (سورة البقرة: ٢٣٣)

نسترشد من هذه الآية توجيه الله سبحانه وتعالى المؤمنين إلى المباعدّة بين الولادات على أنّ تكون هناك مدة زمنية بين حملِ وآخرَ والهدف من هذه المدة بين الولادات هي:

1. إعطاء فرصة للأم لكي تتعافى من آثار الحمل والولادة.
2. استجماع القوة والطّاقة والمحافظة على صحتها بين حمل وآخرَ.
3. إعطاء فرصة للطفل الأوّل للنموُّ بصورة صحيّحة.
4. يحقق للأطفال الرعاية العاطفية والنفسية.
5. وخلاف ما ذكر قد تؤدي الولادات المتقاربة إلى ولادة أطفال غير مكتمّلين وقد تقل أوزانهم عن الوزن الطبيعي أو يحملون عيوباً خلقية.

الخلايا الجذعية (Stem Cells)

هي خلايا غير متخصّصة تمّتلك القدرة على الانقسام والتجدّد وانتاج خلايا متخصّصة جديدة تستطيع أصلاًح وتعويض خلايا الجسم التالفة، ويتمّ الحصول عليها من نخاع العظم ودم الحبل السري والمشيمة والمرّاحل الجنينية المبكرة.



شكل (104)

يوضح قدرة الخلايا الجذعية على انتاج خلايا متخصصة (للاطلاع)

أنواع الخلايا الجذعية

1- الخلايا الجذعية الجنينية Embryunic Stem Cells

خلايا تمّتلك القابلية على الانقسام بصورة غير محدودة وذات قدرة عالية على التخصص لأنواع من الخلايا، فهي تستطيع أصلاًح الخلايا التالفة واستبدالها عند زراعتها في العضو المصاب، ويستحصل عليها من المرّاحل الجنينية المبكرة بعد الإخصاب.



2- الخلايا الجذعية البالغة Stem Cells Adult

توجد مع الخلايا المتخصّصة في الجسم، وظيفتها استبدال وتعويض الخلايا المتضررة أو الميتة في الجسم وتختلفٍ عن الخلايا الجذعية الجنينية بما يأتي:

أ- صعوبة عزلها لقلة عددُها.

ب-يقل عددُها مع تقدم العمرَّ.

ج-قد تكون غير سليمة.

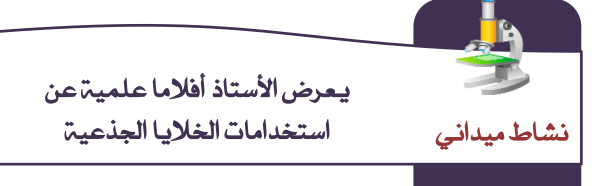
د- أقلّ قدرةً في الانقسام والتخصّص من الخلايا الجذعية الجنينية.

3- الخلايا الجذعية للحبل السري Stem Cells Umbilical

تؤخذ من دم الحبل السري وتُصنَّف كنوع آخرَ من الخلايا الجذعية البالغة، لانها تشبهها في التركيبُ والوظيفة فضلاً عن قابليتها على مقاومة ظروف التجميد (-196 C°) في سائل النتروجين لسنين عديدة.

استخدامات الخلايا الجذعية

1. تحديد أسباب الأمرَّاض المستعصية والعيوب الخلقية.
2. التغلب على الرفض المناعي في عمليّةُ زراعة الأعضاء.
3. هندسة الجينات الوراثّية لفهم العديد من الأمرَّاض الوراثّية وعلاجها.
4. التجارب المتعلقة بالعقاقير لمعرفة تأثيرها.
5. العلاج الخلويّ لكثير من الأمرَّاض كالزهايمرَّ والباركنسون والتهاب المفاصل والحروق وغيرها.





أسئلة الوحدة الرابعة

أولا: أكتب المصطلح العلمي الدقيق المناسب لما يأتي

1. .... قدرة الخلايا على اكتساب وظائف جديدة إلى وظائفها العامة.
2. .... هي التوائم الملتحمة غير المتساوية فيكون أحدُها صغيراً متطفلاً على الآخرَ.
3. .... هي الزيادة الحاصلة في حجم خلايا المخلوق الحيّ ووزنها.

ثانيا: عرف ما يأتي

التكوين الجنيني, المعيدة, الدورُ التوتي, التوائم المتُعددُة, التمّايز, التوائم السيامية.

ثالثا: أكمل العبارات الآتية

1. تتمّ عمليّةُ نموُّ الخلايا بثلاث طرائق هي .... و.............. و. ....
2. تتكوّن المعيدة في اللافقريات و الحبليات الأوّلية من طبقتين هما .... و ....

3. يكون المح في القطب الحيّواني لبيضة الرميح .... منه تركيزا في القطب الخضري.

4. تكون الخلايا الجذعية على ثلاثة أنواع هي .... و .... و ....

رابعا: قارن بين

1. التوائم الأخوية والتوائم المتمّاثلة.
2. الخلايا الجذعية الجنينية والبالغة.

خامسا: أكتب ما تعرفه عن

1. مرّحلة التفلج في الرميح.
2. الوصايا الإسلامية للأم الحامل.
3. استخدامات الخلايا الجذعية.


تم بحمد الله